

209



HANNA NIEMINEN JA SIMO ISOAHO

KOTITALOUSJÄTTEEN KERÄYS JA KULJETUS

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
Helsinki 1995

209

HANNA NIEMINEN JA SIMO ISOAHO

KOTITALOUSJÄTTEEN KERÄYS JA KULJETUS

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS
Helsinki 1995

Etukannen kuvat: Mikko Närhi

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA koskevat tilaukset:
Painatuskeskus Oy, PL 516, 00101 Helsinki
Postimyynti, puh. (90) 566 0266

ISBN 951-53-0081-9
ISSN 0786-9592

Helsinki 1995

KUVAILULEHTI

Julkaisija
Vesi- ja ympäristöhallitus

Julkaisun päivämäärä
Tammikuu 1995

Tekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)
Hanna Nieminen ja Simo Isoaho

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Kotitalousjätteen keräys ja kuljetus

Julkaisun laji

Toimeksiantaja

Toimielimen asettamispyvm

Tutkimusraportti

Julkaisun osat

Tiivistelmä

Tutkimuksessa on eritelty yksityiskohtaisesti jätteiden keräyksen ja kuljetuksen suunnittelu- ja kustannustekijät sekä tarkasteltu erilaisten keräys- ja kuljetusjärjestelmien kustannusten muodostumista. Tulokset osoittavat, että keräyksen ja kuljetuksen suunnittelussa on erityisesti kiinnitettävä huomiota keräyspisteessä kuluvaan tyhjennystyöajan ja astiavalinnoista johtuvien pääomakustannusten minimointiin. Eri järjestelmien vertailuun on otettava mukaan myös astia- ja keräyspistekustannukset, jotka on aiemmin otettu vain satunnaisesti huomioon. Vertailut on tehtävä kullekin keräysaluetyypille ja jätetyypille erikseen.

Keräyksessä ja kuljetuksessa on pääomamenojen osuus 30 - 60 % tai jopa enemmänkin kokonaiskustannuksista. Eri järjestelmien kustannusero samalla keräysalueella ja jätetyypillä voi olla yli 40%. Kaupungin omakotialueella keräyksen ja kuljetuksen kustannukset ovat yli kaksi kertaa suuremmat kuin kerros- ja rivitaloalueella.

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös syntypaikkalajittelun vaikutusta keräys- ja kuljetuskustannuksiin. Biojätteen erilliskeräys ei lisää kustannuksia. Valitsemalla kullekin keräysaluetyypille optimaalisin järjestelmä, voitaisiin kustannuksia erilliskeräyksestä huolimatta alentaa jopa 20 - 30 % nykytilanteeseen verrattuna.

Tutkimuksessa suoritettu laskentatulosten vertailu kuntien jätetaksoihin osoitti, että jätetaksoissa on ilmeisen usein väljyyttä. Tilaajapuolella keräyksen ja kuljetuksen kustannusrakennetietous on ollut puutteellista. Lisäksi urakkakilpailut eivät ole vaikuttaneet tehokkaasti kustannustasoon.

Asiasanat (avainsanat)

Jäte, keräys, kuljetus, kustannukset, kotitalous, suunnittelu

Muut tiedot

Sarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallinnon
julkaisuja - sarja A 209

ISBN

951-53-0081-9

ISSN

0786-9592

Kokonaissivumäärä

151

Kieli

Suomi

Hinta

Luottamuksellisuus

Julkinen

Jakaja

Painatuskeskus Oy
PL 516, 00101 Helsinki

Kustantaja

Vesi- ja ympäristöhallitus
PL 250, 00101 Helsinki

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare
Vatten- och miljöstyrelsen

Utgivningsdatum
Januari 1995

Författare (uppgifter om organet: namn, ordförande, sekreterare)
Hanna Nieminen och Simo Isoaho

Publikation (även den finska titeln)
Hushållsavfallets insamling och transport

Typ av publikation
Forskningsrapport

Uppdragsgivare

Datum för tillsättandet av organet

Publikationens delar

Referat

Forskningens syfte var att granska planerings- och kostnadsfaktorer av hushållsavfallets insamling och transport, och att jämföra kostnader mellan olika insamlings- och transportsystem. Resultaterna visar att det är viktigt att beakta den tid som behövs för billastning vid fastigheterna och kapitalkostnader för insamlingsplatserna och sopcontainrarna. Olika insamlings- och transportsystem måste jämföras med hänsyn till olika insamlingsområden och olika avfalls slag.

Kapitalkostnader för insamling och transport är 30 - 60 % eller mer av totalkostnaderna. Kostnadsskillnader mellan olika insamlings- och transportsystem kan vara över 40 %. I tätorterna är insamlings- och transportkostnaderna mer än dubbelt högre inom villaområdena än inom radhus- och höghusområdena.

Forskningens resultat visar också att separatinsamling av det biologiska avfallet höjer inte kostnader. Genom att välja för varje insamlingsområde ett optimalt system, kunde man sänka kostnaderna, trots separatinsamling, med 20 - 30 % jämfört med dagens kostnader.

Jämförelsen mellan forskningsresultaterna och de kommunala sophämtningstaxorna visar, att hämtningstaxorna är ofta väl tilltagna. På beställarsidan har kostnadsmedvetandet om insamling och transport varit bristfälligt. Anbudstävlingar har inte effektivt inverkat på kostnadsnivån.

Sakord (nyckelord)

Avfall, sop, insamling, sophämtning, transport, kostnader, hushåll, planering

Övriga uppgifter

Seriens namn och nummer

Vatten- och miljöförvaltningens
publikationer - serie A 209

ISBN

951-53-0081-9

ISSN

0786-9592

Sidantal

151

Språk

Finska

Pris

Sekretessgrad

Offentlig

Distribution

Tryckericentralen Ab
PB 516, FIN-00101 Helsingfors

Förlag

Vatten- och miljöstyrelsen
PB 250, FIN-00101 Helsingfors, Finland

Published by
National Board of Waters and the Environment

Date of publication
January 1995

Author(s)
Hanna Nieminen and Simo Isoaho

Title of publication

Collection and Transport of Household Waste

Type of publication
Research Report

Commissioned by

Parts of publication

Abstract

The aim of the study was to examine the planning and cost factors of household waste collection and transport and to compare the costs of different collection and transport systems. The results show that in cost minimization particular attention must be paid to the loading time of containers at the pickup points and to the capital costs dependent on the selection of collection container type. The comparison of different collection and transport systems must be done separately for each collection area and wastetype. While doing this, the costs of containers and pickup points must also be included.

The capital costs make up 30 - 60 % or even more of the total costs of collection and transport. The cost effectiveness of collection and transport systems may differ over 40 %. In cities the collection and transport costs in a single house district are more than double the costs in an apartment house district.

The study shows that the costs of collection and transport do not increase because of the separate collection of biowaste. By choosing the most cost effective collection and transport system it would even enable to decrease the costs with 20 - 30 % compared to the present situation.

The results of this study were also compared to the municipal charges of collection and transport. The comparison shows that charges are often overpriced. This, most probably, is because of deficient knowledge of cost factors and calculation of collection and transport. In addition, up to now the tender procedure has not efficiently decreased the costs of collection and transport.

Keywords

Waste, refuse, garbage, collection, transport, costs, household, planning

Other information

Series (key title and no.)
Publications of the Water and Environment
Administration - series A 209

ISBN
951-53-0081-9

ISSN
0786-9592

Pages
151

Language
Finnish

Price

Confidentiality
Public

Distributed by
Painatuskeskus
P.O.BOX 516, 00101 Helsinki

Publisher
National Board of Waters and the Environment
P.O.BOX 250, 00101 Helsinki, Finland

ALKUSANAT

Uudet jätehuoltovelvoitteet edellyttävät jätteiden syntypaikkalajittelua hyödyntämistä varten sekä jätteiden keräyksen ja kuljetuksen järjestämistä koko kunnan alueella. Keräys ja kuljetus muodostavat suurimman osan jätehuollon nykyisistä kustannuksista. Pirkanmaan alueellisen jätehuollon suunnittelun yhteydessä vuosina 1988-1990 TTKK:n tutkijat totesivat, että keräys- ja kuljetusjärjestelmien suunnittelu- ja kustannustekijöitä erilaiset keräysalueet ja jätetyypit huomioon ottaen on tutkittu erittäin vähän. Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu keräyksen ja kuljetuksen suunnitteluun ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä sekä verrattu laskennallisesti eri järjestelmien kustannuksia.

Tutkimus on suoritettu TTKK:n vesi- ja ympäristötekniikan laitoksella yhteistyössä Tampereen vesi- ja ympäristöpiirin kanssa. Työn ovat rahoittaneet Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri, Maa- ja vesitekniikan tuki ry ja Tampereen teknillisen korkeakoulun tukisäätiö. Tutkimussuunnitelmasta, ohjauksesta ja tulosten tarkastelusta on vastannut yliassistentti Simo Isoaho. Tampereen vesi- ja ympäristöpiiristä ohjaukseen osallistui diplomi-insinööri Jukka Nevalainen. Päätoimisena tutkijana toimi tekniikan ylioppilas Hanna Nieminen, jonka vuonna 1994 valmistuneeseen diplomityöhön tämä tutkimusraportti pääosin perustuu.

Tekijät kiittävät rahoittajia ja kaikkia jätehuollon asiantuntijoita, jotka tiedoillaan ja kokemuksellaan edesauttoivat tutkimustyötä.

SISÄLLYS

ALKUSANAT	6
1 JOHDANTO	11
1.1 Jätehuollon yleiset tavoitteet.....	11
1.2 Uusi jätelaki	11
1.3 Jätehuollon peruskäsitteet.....	12
1.4 Tutkimuksen tavoitteet ja rajausta.....	15
2 JÄTEHUOLLON NYKYTILA SUOMESSA	15
2.1 Jätteiden muodostuminen yhdyskunnissa	15
2.2 Jätteiden hyödyntäminen	16
2.3 Jätteen keräystä ja kuljetusta koskeva lainsäädäntö	18
2.4 Jätehuollon kustannukset kunnissa.....	20
3 KERÄYKSEN JA KULJETUKSEN TOTEUTUS.....	23
3.1 Keräyksen ja kuljetuksen päävaiheet	23
3.2 Kotitalousjätteen lajittelu	25
3.2.1 Lajittelun tavoitteet ja menetelmät.....	25
3.2.2 Kotitalouksien osallistuminen lajitteluun.....	25
3.2.3 Lajittelukokeiluissa saadut jätėjakeiden talteenotto- ja puhtausasteet	26
3.3 Jätteen keräyksen toteutus.....	28
3.3.1 Keräysvälineiden ja -menetelmien käyttökohteet.....	28
3.3.2 Lajittelun jätteen keräysmenetelmiä	28
3.3.3 Lajittelun keräysvälinevaatimukset	31
3.3.4 Keräyspisteiden sijoittaminen	32
3.3.5 Keräysvälineiden sijoituspaikat	33
3.3.6 Keräysvälineiden tilantarve.....	35
3.4 Jätteen kuljetuksen toteutus.....	36
3.4.1 Jätteiden kuljetus käsitteenä sekä kuljetukselle asetetut vaatimukset	36
3.4.2 Kuljetuskaluston perustyyppit ja niiden toimivuus jätteenkuljetuksessa	36
3.4.3 Lajittelun jätteen kuljetusmenetelmiä	37
3.4.4 Lajittelun kuljetusvälinevaatimukset	39
3.4.5 Kuljetuskaluston vaatimukset tiestölle.....	39
3.5 Siirtokuormaus.....	40
3.5.1 Siirtokuormauksen periaate.....	40
3.5.2 Siirtokuormauksen toimivuus.....	43
3.6 Optinen lajittelu.....	43
3.6.1 Optisen lajittelulaitoksen toimintaperiaate	43
3.6.2 Optisen lajittelun toimivuus.....	44
3.7 Keräys- ja kuljetustyön suunnittelu	45
3.7.1 Keräys- ja kuljetusjärjestelmän valinta	45
3.7.2 Reitin suunnittelu.....	48

4 KOTITALOUSJÄTTEEN KERÄYS- JA KULJETUSKALUSTO.....	49
4.1 Jätteiden keräysvälineet ja -järjestelmät.....	49
4.1.1 Jätesäkit ja niiden säilytystelineet.....	49
4.1.2 Jäteastiat.....	50
4.1.3 Jätesäiliöt.....	50
4.1.4 Ulkotiloissa käytettävä jätekaruselli.....	51
4.1.5 Jätepuristimet	52
4.1.6 Molok-syväkeräysjärjestelmä	53
4.1.7 Putkikuljetusjärjestelmät	54
4.1.8 Keräysvälineeseen sijoitettavan jätteen laatua koskevat rajoitukset	56
4.2 Jätteiden kuljetuskalusto.....	56
4.2.1 Vaihtolava-auto	56
4.2.2 Pakkaava jäteauto.....	57
5 KERÄYKSEN JA KULJETUKSEN JÄRJESTELMÄVAIHTOEHTOJEN LASKENNALLINEN TARKASTELU	58
5.1 Tehtävän yleiskuvaus	58
5.2 Tarkastelualue.....	58
5.3 Kustannuslaskennan lähtötiedot.....	59
5.3.1 Keräyspisteet	59
5.3.2 Keräysreitit.....	61
5.3.3 Laskentaesimerkin keräys- ja kuljetusvaihtoehdot.....	61
5.3.4 Jätejakeiden ominaiskertymät ja tilavuuspainot.....	64
5.3.5 Keräysvälineiden lukumäärä.....	64
5.4 Kustannuslaskennan kulku.....	65
5.4.1 Yleisselvitys.....	65
5.4.2 Keräystyoaika.....	66
5.4.3 Keräyspistekustannus.....	69
5.4.4 Astiakustannus.....	70
5.4.5 Keräysajoneuvokustannusten laskentaperusteet.....	71
5.4.6 Keräysajoneuvokustannuslaskenta.....	73
5.4.7 Henkilötyökustannukset.....	77
5.4.8 Optisen lajittelun kustannus.....	78
5.5 Kustannuslaskennan tulokset.....	81
5.5.1 Käytetyt lyhenteet.....	81
5.5.2 Järjestelmien kustannusten vertailu.....	81
5.5.3 Keräystavan vaikutus kustannuksiin	89
5.5.4 Keräysaluetyypin vaikutus kustannuksiin.....	92
5.5.5 Keräyksen ja kuljetuksen kustannusrakenne	93
5.5.6 Biojätteen erilliskeräyksen vaikutus kokonaiskustannuksiin	102
5.5.7 Jätteen keräyksen ja kuljetuksen yhteenlasketut kustannukset	107
5.5.8 Tutkimuksen tulosten vertailu kuntien jätetaksoihin.....	112

6 YHTEENVETO	114
6.1 Jätelain velvoitteet	114
6.2 Tulosten tarkastelu	114
6.3 Suositukset	116
KIRJALLISUUS	118
LIITTEET	123
1 Esimerkki kiinteistökohtaisen keräyksen keräyspisteiden sijainnista	
2 Esimerkki kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen keräyspisteiden sijainnista	
3 Esimerkki alueellisen keräyksen keräyspisteiden sijainnista	
4 Keräystyöajan laskentamalli	
5 Keräyspistekustannusten laskentamalli	
6 Astiakustannusten laskentamalli	
7 Ajoneuvokustannusten laskentamalli	
8 Henkilötyökustannusten laskentamalli	
9 Optisen lajittelun kustannusten laskentamalli	
10 Sekajätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
11 Sekajätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
12 Biojätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
13 Biojätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
14 Kuivajätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
15 Kuivajätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
16 Paperin kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
17 Paperin kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
18 Paperin kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros-, rivi- ja omakotitaloalueella	
19 Paperin alueellisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset	
20 Optiseen lajitteluun perustuvan bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
21 Lokeroauton käyttöön perustuvan bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella	
22 Sekajätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella	
23 Sekajätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella	
24 Biojätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella	
25 Kuivajätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella	
26 Kuivajätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella	

- 27 Paperin kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella
- 28 Optiseen lajitteluun perustuvan bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella
- 29 Lokeroauton käyttöön perustuvan bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella

1 JOHDANTO

1.1 Jätehuollon yleiset tavoitteet

Ympäristön ja kehityksen maailman komission vuonna 1987 julkaiseman raportin "Yhteinen tulevaisuutemme" johtopäätös oli, että ympäristön saastuminen ja luonnonvarojen hupeneminen ovat edenneet niin pitkälle, että ihmiskunnan taloudellinen, sosiaalinen ja tekninen kehitys on vaarassa. Komissio tähdensi pikaisen muutoksen tärkeyttä, jotta yleistä kehitystä voitaisiin ohjata kestävämpään suuntaan. Komission mukaan kestävässä kehityksessä on pohjimmiltaan kyse muutossarjasta, jolle on ominaista, että luonnonvarojen hyödyntäminen, sijoitusten kohdentaminen, teknologisen kehityksen suunta ja hallinnolliset muutokset ovat kaikki sopusoinnussa ja edistävät sekä nykypolven että tulevien sukupolvien kykyä täyttää ihmisten tarpeet ja toiveet. (Jätelakitoimikunta 1993, World Commission on Environment and Development 1987)

Jätelakitoimikunnan (1993) valmisteleman jätelakiehdotuksen yleisperusteluissa esitetään kestävä kehitys mukaiset jätehuollon 1990-luvun yleiset kehittämissä tavoitteet Suomessa seuraavasti:

- jätteiden syntymistä ehkäistään ja niiden määrää vähennetään siten, että vuonna 2000 jätettä on vähemmän kuin vuonna 1990,
- jätteiden haitallisia ominaisuuksia vähennetään tunnistamalla sellaiset aineet ja tuotteet, joista jätteenä aiheutuu vaaraa taikka haittaa terveydelle ja ympäristölle taikka huomattavia vaikeuksia jätehuollon järjestämiselle, rajoittamalla tällaisten aineiden ja tuotteiden käyttöä sekä poistamalla niitä käytöstä,
- jätteitä kierrätetään tai hyödynnetään muulla tavoin teknistaloudellisten mahdollisuuksien mukaan; yhdyskuntajätteen hyödyntämiselle luodaan sellaiset edellytykset, että vuoteen 2000 mennessä saadaan vähintään puolet vuosittain syntyvän yhdyskuntajätteen määrästä hyödynnetyksi; erityisesti lisätään pakkausten ja pakkausjätteen kierrätystä,
- jätteet, joita ei voida hyödyntää, varastoidaan, tehdään vaarattomiksi tai käsitellään muutoin siten, ettei niistä aiheudu vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle; yhdyskuntajätteen kaatopaikkojen lukumäärää vähennetään ja käyttöön jäävät kaatopaikat kunnostetaan uusien vaatimusten mukaisiksi,
- ongelmajätteiden asianmukainen keräys ja käsittely järjestetään puutteellisilta osiltaan vuoden 1995 loppuun mennessä,
- jätehuollon kansainvälistä yhteistyötä tiivistetään, jotta lainsäädäntöä ja taloudellisia ohjauskeinoja voidaan yhtenäistää, varmistaa maasta toiseen kuljetettavien jätteiden asianmukainen käsittely sekä edistää jätteiden hyödyntämistä.

1.2 Uusi jätelaki

Vuonna 1978 säädetyssä jätehuoltolaissa oli periaatteena, että toimet jätteistä aiheutuvien haittojen ehkäisemiseksi kohdistetaan jo syntyneisiin jätteisiin. Tammikuussa 1994 voimaan tulleen uuden jätelain (1072/93) mukaan jälkihoitotoimien sijasta on pyrittävä ehkäisemään jätteiden syntymistä materiaalihuollon kaikissa vaiheissa.

Jätelain tavoitteena on tukea kestävästä kehityksestä edistämällä luonnonvarojen järkevää käyttöä sekä ehkäisemällä ja torjumalla jätteistä aiheutuva vaara ja haitta terveydelle ja ympäristölle.

Jätelain tavoite noudattaa Euroopan Unionin jätepolitiikan ja -direktiivien keskeisiä periaatteita. Niiden mukaan jätteen syntymistä tulee ehkäistä tai määrää vähentää kehittämällä ja edellyttämällä ympäristönsuojelun kannalta puhtaampaa tuotantotekniikkaa ja puhtaampia tuotteita. Jätettä, jota ei voida turvallisesti tehdä vaarattomaksi, ei saa tuottaa.

Velvollisuus ehkäistä jätteiden syntyä koskee kaikkia yksittäisistä kuluttajista viranomaisiin ja teollisuuslaitoksiin. Ennalta ehkäiseviä toimenpiteitä ovat mm. tuotantomenetelmien kehittäminen vähemmän jätettä tuottaviksi, tarpeettoman kulutuksen karsinta, aineettomien palvelujen ja pitkäikäisten tuotteiden suosiminen, tuotteiden uudelleenkäyttö sekä hyötyjätteiden uusiokäyttö tuotannon raaka-aineena.

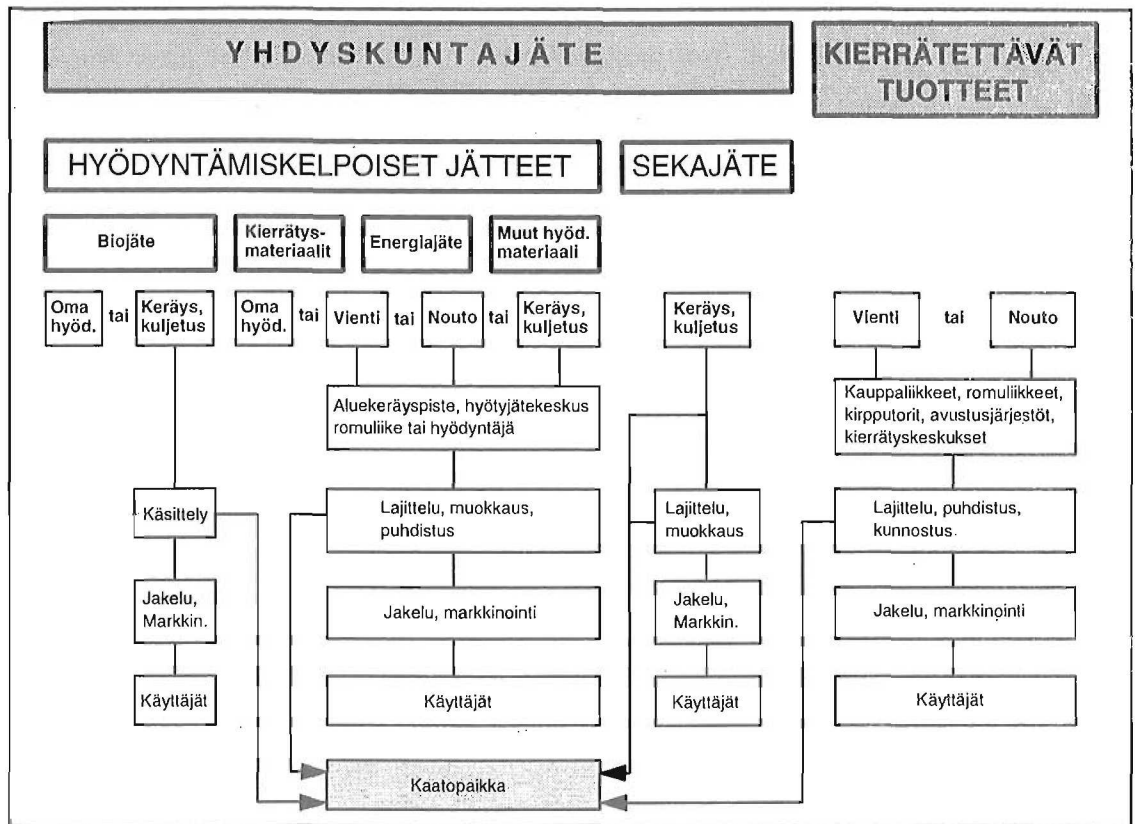
Syntynyt jäte on hyödynnettävä, jos se on teknisesti mahdollista ja jos siitä ei aiheudu kohtuutonta lisäkustannusta verrattuna muulla tavoin järjestettyyn jätehuoltoon. Ensimmäisessä on pyrittävä hyödyntämään jätteen sisältämä aine ja toissijaisesti sen sisältämä energia. Jätteiden hyödyntämisen helpottamiseksi erilaiset jätteet on pääsääntöisesti kerättävä ja pidettävä toisistaan erillään jätehuollon kaikissa vaiheissa.

Jos jätettä ei voida hyödyntää, se on käsiteltävä lähimmässä asianmukaisessa käsittelypaikassa.

1.3 Jätehuollon peruskäsitteet

Jätehuollolla tarkoitetaan jätteen keräystä, kuljetusta, hyödyntämistä ja käsittelyä sekä näiden toimintojen tarkkailua ja käsittelypaikan jälkihoitoa. (Jätelaki 3 §)

Kuva 1 esittää syntypaikkalajitteluun perustuvan jätehuollon toiminnallisen rakenteen yhdyskuntajätteen ja kierrätettävien tuotteiden osalta. Tuotteiden kierrätys perustuu siihen, että haltija itse aktiivisesti ohjaa tavaran kierrätykseen. Hyödyntämiskelpoisten jätteiden syntypaikkalajittelu edellyttää jättejakeiden tai niiden muodostamien jäteryhmien pitämistä erillään kaikissa jätehuollon vaiheissa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kullekin jätetyypille on muodostettava oma jätehuoltojärjestelmänsä. Eri jätehuoltojärjestelmät voivat kuitenkin hyödyntää toistensa toimintoja.



Kuva 1. Jätehuollon toiminnallinen rakenne.

Jätelain 3 § mukaan *jätteellä* tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä. Jätehuoltolaki (673/1978) määritteli jätteen käytöstä poistetuksi, vähäarvoiseksi tai arvottomaksi esineeksi tai aineeksi.

Yhdyskuntajätteellä tarkoitetaan kotitalouksista, toimistoista, liikkeistä ja pienteollisuudesta peräisin olevaan jätettä. Myös rakennusjätteet on usein luettu yhdyskuntajätteisiin. Tulevaisuudessa ne on kuitenkin katsottava omaksi jäteryhmäkseen.

Kotitalousjätteellä tarkoitetaan ihmisen lähimmässä elinympäristössä jokapäiväisen elämän toimintojen tuloksena muodostuvaa jätettä. (Lahti 1980)

Ongelmajätteellä tarkoitetaan jätettä, joka kemiallisen tai muun ominaisuutensa takia aiheuttaa erityistä vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. (Jätelaki 3 §)

Biojätteellä tarkoitetaan biologisesti hajoavaa ja käsiteltävää eloperäistä jätettä. Biojätteeseen luetaan mm. ruuantähteet, hedelmien, vihannesten ja juuresten kuoret, kahvin ja teen porot suodatinpusseineen, kananmunakennot ja -kuoret, talouspaperit, kukkamullat ja kasvinosat sekä puutarhajätteet. (Isoaho ja Jalo 1993)

Kompostijätteellä tarkoitetaan eloperäistä jätettä, joka käsitellään aerobisesti kompostoinnalla.

Kompostijätteen keräyksessä on tavoitteena saada talteen mahdollisimman puhdasta jätettä, joka ei vaadi merkittävää esikäsittelyä ennen kompostointia tai muuta laitospöytä.

Märkäjätteellä tarkoitetaan sekalaisesta jätteestä erotettua biologisesti hajoavaa jätettä sekä märkää ja likaantunutta jätettä. Märkäjätteeseen kuuluvat mm. tahmeat ja likaiset paperit, talous- ja suodatinpaperit, tahmeat muovit, ketsuppipullot ja vastaavat, ruokajätteet, hedelmä- ja vihannesjätteet, kananmunakuoret, kahvinporot, maitotölkit, liha- ja leikkelepakkaukset, säilykepurkit, kasvijätteet, kukkamulta ja puutarhajäte, vaipat, tuhka, pöly sekä kuivikkeet. (Kaksonen 1993)

Märkäjätettä kerätessä on tavoitteena biologisesti hajoavan jätteen hyödyntämisen lisäksi saada talteen jäljelle jäävä nk. kuivajäte mahdollisimman puhtaana. Ennen biologista prosessia on märkäjätteestä eroteltava muovi, metalli ja muu biologisesti hajoamaton aines.

Kuivajätteellä tarkoitetaan jätejätettä, joka jää jäljelle, kun sekalaisesta jätteestä on erotettu bio- tai märkäjäte sekä keräyspaperi. Kuivajätteestä voidaan edelleen kerätä erikseen hyödyntämiskelpoiset materiaalit. Hervannan jätetutkimuksen mukaan kuivajätteeseen kuuluvat mm. paperipussit ja -kääreet, kahvi- ja keksipaketit, pesuainepakkaukset, talous- ja WC-paperihylsy, maito- ja mehutölkit, säilykepurkit, muoviset mehu- ja pesuainekanisterit, muovipussit, elintarvikkeiden styrox-alustat, vaipat, lasipullot ja -purkit sekä tekstiilit. (Isoaho ja Jalo 1993)

Sekajätteellä on perinteisesti tarkoitettu jätettä, josta on erotettu ainoastaan keräyspaperi. Syntypaikkalajittelun yleistyessä sekajätteellä tarkoitetaan hyötyjakeiden erottelun jälkeen jäljelle jäävää jätettä.

Syntypaikkalajittelulla tarkoitetaan eri jäteainesten erottelua ja erilläänpitoa jätteiden syntypaikalla kuten kotitaloudessa. Eri jäteaineiksi eli jättejakeita ovat mm. paperi, pahvi, kompostoituva jäte, puu, muovi, tekstiilit ja metallit.

Keräyksellä tarkoitetaan jätteen kokoamista, lajittelua tai yhdistämistä kuljetusta taikka omatoimista hyödyntämistä tai käsittelyä varten. (Jätelaki 3 §)

Keräyspisteellä tarkoitetaan jäteastiaa tai jäteastiaryhmää, jonka luokse keräysajoneuvo ajaa astian tai astioiden tyhjennystä varten.

Jätelain 3 § mukaan *hyödyntämisellä* tarkoitetaan toimintaa, jonka tarkoituksena on ottaa talteen ja käyttöön jätteen sisältämä aine tai energia. Jäteasetuksen (1390/93) liitteen 5 mukaan hyödyntämistoimintoihin kuuluvat mm. orgaanisten aineiden talteenotto ja kierrätys, metallien ja metalliyhdisteiden talteenotto ja kierrätys sekä muiden epäorgaanisten aineiden talteenotto ja kierrätys. Hyödyntämistoimintoihin luettaaan myös levittäminen maan pinnalle siten, että siitä on hyötyä maataloudelle tai että sillä on ekologisesti hyödyllinen vaikutus mukaan lukien kompostointi ja muut biologiset menetelmät.

Jätelain 3 § mukaan *käsittelyllä* tarkoitetaan toimintaa, jonka tarkoituksena on jätteen vaarattomaksi tekeminen tai lopullinen sijoittaminen. Jäteasetuksen liitteen 6 mukaan käsittelytoimintoihin kuuluvat mm. sijoittaminen maan pinnalle tai maaperään (kuten kaatopaikalle) sekä erilaiset biologiset ja fysikaalis-kemialliset käsittelyt.

1.4 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on tarkastella syntypaikkalajittelun vaikutusta jätteiden keräyksen ja kuljetuksen järjestämiseen sekä keräys- ja kuljetustyön kustannusten muodostumiseen.

Tutkimuksessa on myös tarkasteltu keräys- ja kuljetusjärjestelmän valinnassa huomioon otettavia tekijöitä.

Keräyksen ja kuljetuksen kustannuksia selvitetään laskentaesimerkin avulla. Tarkastelun tavoitteena on selvittää kustannusten muutosta siirryttäessä sekalaisen jätteen ja keräyskelpoisen paperin keräyksestä syntypaikkalajitellun bio- ja kuivajätteen sekä keräyskelpoisen paperin keräykseen. Lisäksi tarkastellaan jätteiden keräyspisteiden sijainnin vaikutusta kustannuksiin.

Rajaus

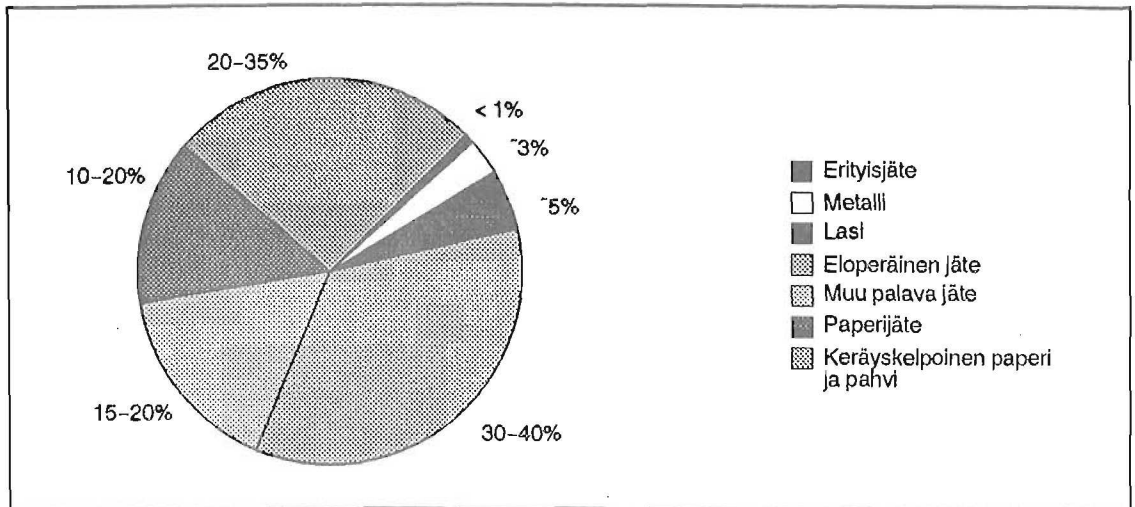
Tutkimuksessa tarkastellaan kotitalousjätteen keräyksen ja kuljetuksen järjestämisen vaihtoehtoja. Ongelmajätteiden jätehuoltoa ei ole käsitelty. Luvussa 5 esitetyn keräys- ja kuljetusjärjestelmien laskennallisen kustannusselvityksen esimerkkialueena on käytetty Tampereen Hervannan kaupunginosaa. Koska keräys- ja kuljetustyön kustannuksiin vaikuttaa ratkaisevasti keräysalueen rakenne, eivät tarkasteluesimerkin kustannuslaskentatulokset välttämättä vastaa muun Suomen yleistä kustannustasoa.

2 JÄTEHUOLLON NYKYTILA SUOMESSA

2.1 Jätteiden muodostuminen yhdyskunnissa

Suomessa arvioidaan syntyvän vuosittain noin 3,1 miljoonaa tonnia yhdyskuntajätteenä luokiteltavaa kiinteää jätettä. Noin puolet koko yhdyskuntajättemäärästä syntyy yli 50 000 asukkaan kaupungeissa. Pääkaupunkiseutu, jolla asuu noin kuudesosa väestöstä, tuottaa 20 - 25 % jätteistä. Asumisesta peräisin olevaa kotitalousjätettä syntyy noin miljoona tonnia vuodessa. Asukasta kohden laskettuna kaupunkien ja suurten taajamien kotitalouksista kertyy jätteenä paperia, pahvia, muovia, tekstiilejä, eloperäistä ainesta ym. 150 - 250 kg/as/a. Maaseudun haja-asutusalueella ja pienissä taajamissa luvut ovat jonkin verran pienempiä. (Jätehuollon neuvottelukunta 1991, Halinen ja Juvonen 1990)

Yhdyskuntajätteen keskimääräistä koostumusta selventää kuva 2. Keräyskelpoisen paperin ja pahvin osuus yhdyskuntajätteenä on 20 - 35 paino-%, josta noin puolet kerätään talteen. Eloperäisen keittiö- ja pihajätteen osuus on 30 - 40 p-%. Keräyskelvotonta paperijätettä muodostuu 10 - 20 p-% ja muuta palavaa jätettä kuten muovia, kumia, puuta ja tekstiilejä 15 - 20 p-%. Palamattoman jätteen, kuten metallin ja lasin, osuus on noin 10 p-%. Ongelmajätteiden osuuden arvioidaan olevan alle 1 p-% yhdyskuntajätteen määrästä. (Jätehuollon neuvottelukunta 1991)



Kuva 2. Yhdyskuntajätteen keskimääräinen koostumus. Luvut ovat painoprosentteja. (Jätehuollon neuvottelukunta 1991)

2.2 Jätteiden hyödyntäminen

Vuonna 1989 syntyneestä yhdyskuntajätteestä ohjautui kaatopaikoille noin 2,5 miljoonaa tonnia eli noin 80 prosenttia, mikä on kansainvälisesti tarkasteltuna suhteellisen suuri osuus. Taulukossa 1 esitetään yhdyskuntajätteen kaatopaikkasijoituksen ja eri käsittelymenetelmien osuutta eräissä muissa Euroopan maissa. Hyötykäytön osuudeksi Suomessa arvioitiin 0,65 miljoonaa tonnia eli noin 20 prosenttia syntyneestä yhdyskuntajätteestä. Hyödynnettävästä jätteestä noin 0,05 miljoonaa tonnia käsiteltiin polttamalla. Yhdyskuntajätteiden kaatopaikoille päätyy kuitenkin myös osa teollisuuden jätteistä. Näiden jätteiden määristä ei ole tarkkaa tietoa. Tämä vaikeuttaa yhdyskuntajätteiden hyötykäytön määrän arviointia. Kuva 3 selvittää edellä esitettyä Suomen yhdyskuntien jätehuollon tilaa vuonna 1989. (Jätehuollon neuvottelukunta 1991)

Taulukko 1. Yhdyskuntajätteiden käsittely Euroopan eri maissa. Taulukon prosenttiarvot on laskettu lähdeoksessa ilmoitettujen yhdyskuntajätteiden sijoittamista koskevien tietojen perusteella. (OECD Environmental Data Compendium 1993)

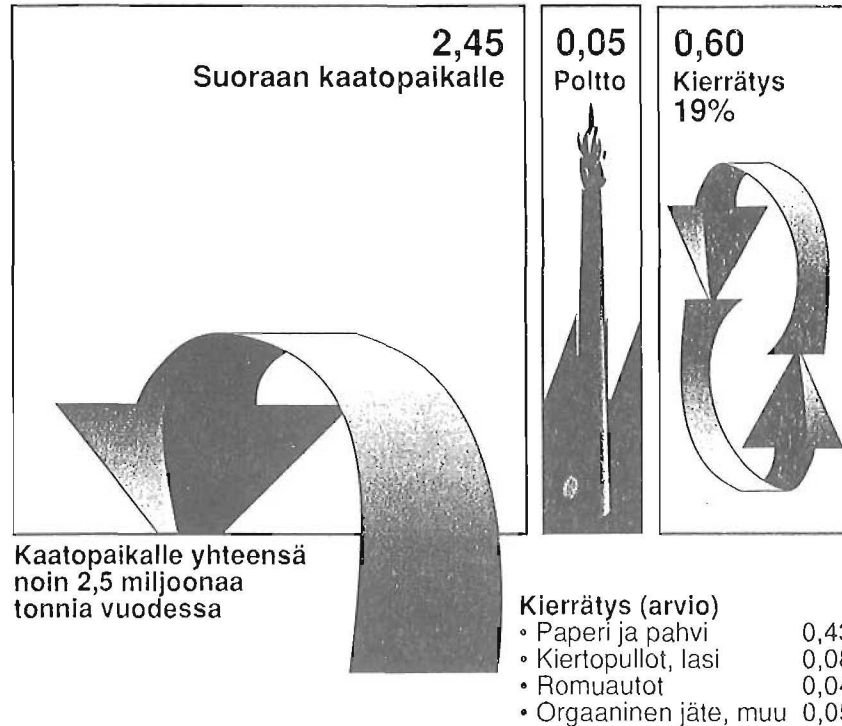
Maa	Vuosi	Yhd.jätteen määrä 1 000 tonnia	Kompostointi p-%	Poltto p-%	Kaatopaikkasij. p-%	Kierrätys p-%	Muu p-%
USA	1990	177 500	2	16	67	15	-
Itävalta *)	1990	2 506	3	12	68	16	1
Tanska	1985	2 430	9	54	30	7	-
Ranska *)	1990	20 320	6	37	47	4	6
Saksa **)	1990	27 958	3	17	77	-	3
ent. Saksan Itv	1990	21 172	4	22	70	-	4
Ruotsi	1990	3 200	3	41	44	12	-
Sveitsi	1990	3 000	8	77	15	-	-

*) vain kotitalousjätettä

**) Saksassa on tilanne kierrätyksen osalta vuoden 1990 jälkeen muuttunut johtuen vuonna 1991 voimaan tulleesta pakkausjätteiden hyötykäyttöä koskevasta lainsäädännöstä (ks. luku 3.3.2).

Suomen yhdyskuntien jätehuolto 1989

3,1 miljoonaa tonnia vuodessa



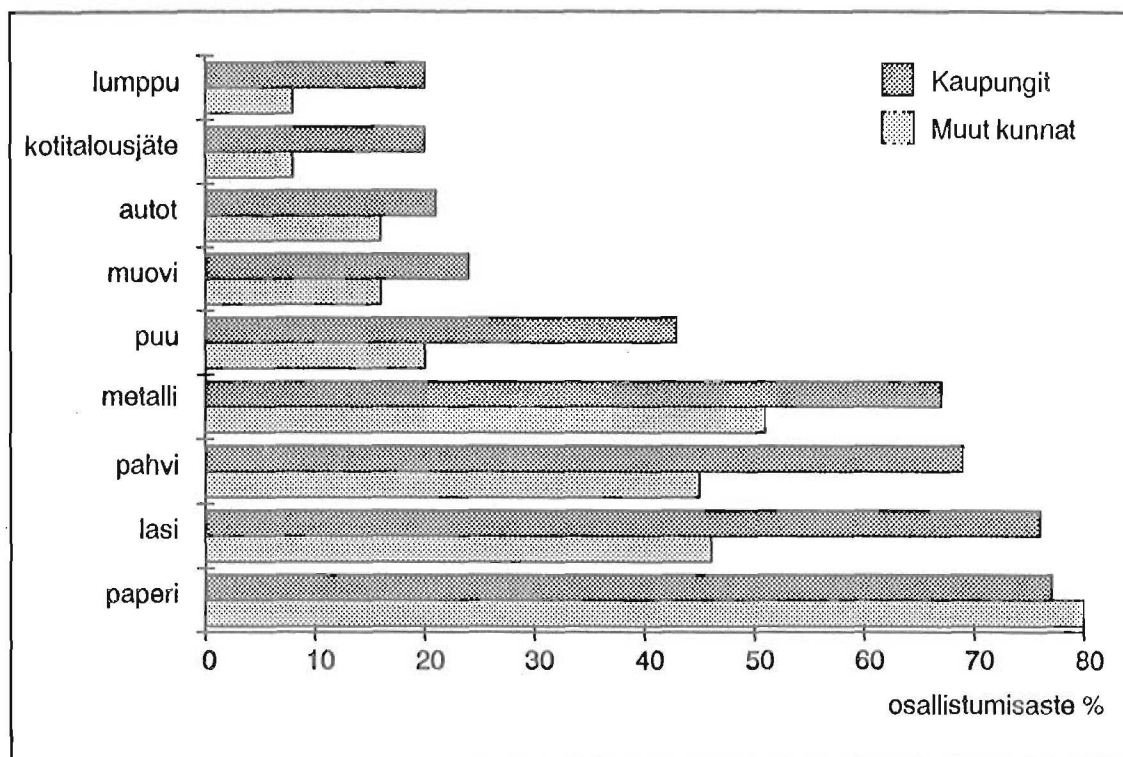
Kuva 3. Suomen yhdyskuntien jätehuollon materiaalivirrat vuonna 1989. (Jätehuollon neuvottelukunta 1991)

Kotitalousjätteen hyötykäyttö on tarkemmin arvioitavissa kuin yhdyskuntajätteen hyötykäyttö. Vuonna 1989 kotitalousjätettä arvioitiin kertyvän 1,3 miljoonaa tonnia. Tästä määrästä kierrätykseen ohjautui noin 310 000 tonnia eli kierrätysasteeksi saatiin noin 24 prosenttia. Kierrätettäviä materiaaleja on tarkasteltu taulukossa 2. Kierrätysaste nousee jonkin verran, jos kierrätykseen luetaan mukaan kiinteistökohtainen pienkompostointi. (Jätehuollon neuvottelukunta 1991)

Taulukko 2. Kotitalousjätteestä kierrätyksen piiriin ohjautuvat ainekset vuoden 1989 tilanteen mukaan. (Jätehuollon neuvottelukunta 1991)

Materiaali	Määrä (t)
kotikeräyspaperi ja -pahvi	190 000
palautuspullot	75 000
romuautot	30 000
akut	10 000
keräyslasi	3 000
valkoromu ja muu	2 000
yhteensä	310 000

Suomen Kaupunkiliiton ja Suomen Kunnallisliiton selvityksen mukaan hyötyjätteiden keräystä on järjestetty vuoden 1992 alkupuolella eri kaupungeissa ja muissa kunnissa kuvan 4 mukaisesti.



Kuva 4. Vuonna 1992 jätteitä hyötykäyttöön keränneiden kaupunkien ja muiden kuntien määrä prosentteina Suomen Kaupunkiliiton ja Suomen Kunnallisliiton kyselyyn vastanneista kunnista. Vastauksia tuli 75 kaupungista, YTV:ltä ja 215 muusta kunnasta. (Suomen Kaupunkiliitto 1992)

Hyötykäytön edistämiseen tähtäävää yhteistyötä oli suunnitteilla 40 kaupungissa liittyen mm. paperin, metallien, puutavaran, lasin ja pahvin keräykseen ja kierrätykseen, freonien talteenottoon, hyötyjätteiden kuljetukseen ja varastointiin, alueellisen jätehuollon suunnitteluun, yhteisten jätteiden erottelu- ja käsittelylaitosten ja kierrätyskeskusten perustamiseen.

2.3 Jätteen keräystä ja kuljetusta koskeva lainsäädäntö

Jätelain (1072/93) mukaan kunnan on järjestettävä joko omana toimintanaan taikka muuta yhteisöä tai yksityistä yrittäjää käyttäen asumisessa syntyneen jätteen sekä ominaisuudeltaan, koostumukseltaan ja määrältään siihen rinnastettavan teollisuus-, palvelu- tai muussa toiminnassa syntyneen muun kuin ongelmajätteen kuljetus (kunnan järjestämä jätteenkuljetus).

Kunnan päätöksellä ja tarkemmin määräämillä ehdoilla jätteenkuljetus voidaan järjestää kunnassa tai sen osassa myös siten, että jätteen haltija sopii siitä kuljetuksen suorittajan kanssa (sopimusperusteinen jätteenkuljetus). Kunnan määräämät ehdot voivat koskea kuljetettavan jätteen lajia ja laatua, kuljetuksesta lajeittain perittävää kohtuullista ylintä hintaa samoin kuin aluetta, jolla kuljetuksen suorittajan on tarjottava kuljetuspalveluja.

Jätehuoltolaissa (673/1978) jätteenkuljetuksen järjestämisvelvollisuus koski ainoastaan taaja-asutusaluetta. Uuden jätelain mukaan jätteenkuljetus on järjestettävä koko kunnan alueella. Kunta voi kuitenkin päättää, ettei edellisissä luvuissa tarkoitettua jätteenkuljetusta (järjestetty jätteenkuljetus) järjestetä alueella, jossa on hankalat kulkuyhteydet tai jossa on vähän jätteen haltijoita tai vähän kuljetettavaa jätettä, ellei kuljetusta ole terveys- tai ympäristönsuojelusuystä taikka muusta siihen rinnastettavasta syystä pidettävä tarpeellisenä.

Jätelain mukaan jätteen haltijan on liityttävä alueella järjestettyyn jätteenkuljetukseen. Kunta voi kuitenkin päättää, että järjestettyyn jätteenkuljetukseen ei tarvitse liittyä, jos jätteen määrä on poikkeuksellisen vähäinen ja jos jätteen haltija järjestää itse jätehuollon.

Jätteen tuottajan on huolehdittava jätteen keräyksen järjestämisestä. Järjestettyyn jätteenkuljetukseen kuuluvan jätteen keräyksen järjestämisestä vastaa kuitenkin kiinteistön haltija. Jätteen tuottajan on toimitettava tällainen jäte kiinteistön haltijan järjestämään keräyspaikkaan. Kunta voi määrätä, mihin keräyspaikkaan jäte on toimitettava järjestettyä jätteenkuljetusta varten. Määräys voi koskea esimerkiksi ongelma- ja hyötyjätteiden keräyspaikkoja sekä haja-asutusalueiden yhteisesti käytettäviä jätteenkeräyspaikkoja (Uusi jätelaki - uusi jäteajattelu 1993).

Kunta voi antaa täydentäviä määräyksiä jätehuollon järjestämisestä kunnassa. Nämä kunnalliset jätehuoltomääräykset voivat koskea:

- jätteen keräystä, lajittelua, säilyttämistä, kuljetusta, välittämistä, hyödyntämistä ja käsittelyä
- terveys- tai ympäristövaaran tai -haitan ehkäisemistä
- jätehuollon valvontaa

Myös valtioneuvosto voi antaa kunnallisten jätehuoltomääräysten kaltaisia jätehuoltoa koskevia yleisiä määräyksiä. Lisäksi valtioneuvosto voi määrätä mm. tuotteen valmistajan, maahantuojan, välittäjän, myyjän tai käyttäjän velvollisuudesta huolehtia jätehuollon järjestämisestä tai vastata siitä aiheutuvista kustannuksista.

Suomen Kaupunkiliiton ja Suomen Kunnallisliiton kaupungeille ja kunnille toukokuussa 1992 lähetetyllä kyselyllä selvitettiin mm. jätteenkuljetuksen järjestämistä. Kuljetusjärjestelmää koskevaa tietoa saatiin 74 kaupungista, YTV:ltä (=Helsinki, Espoo, Vantaa, Kauniainen) sekä 213 muusta kunnasta. Jätteenkuljetus oli järjestetty kyselyyn vastanneissa kaupungeissa ja muissa kunnissa seuraavasti:

Kaupungit

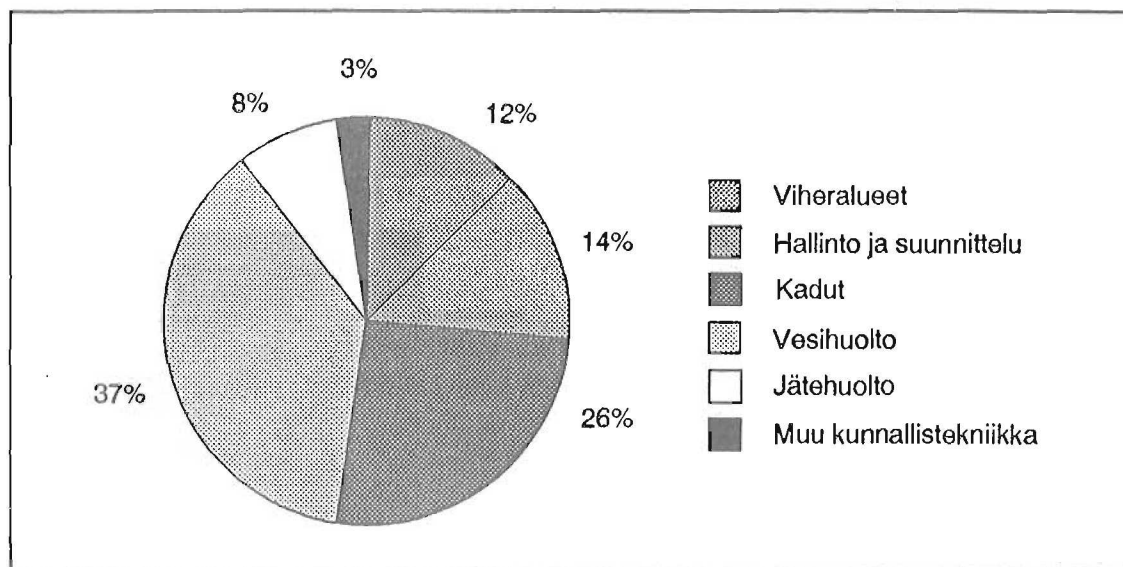
- sopimusperusteisena 65 kaupungissa
- kunnan järjestämänä 6 kaupungissa
- sekä sopimusperusteisena että kunnan järjestämänä 3 kaupungissa ja YTV:n alueella

Muut kunnat

- sopimusperusteisena 190 kunnassa
- kunnan järjestämänä 7 kunnassa
- sekä sopimusperusteisena että kunnan järjestämänä 13 kunnassa
- ei järjestettyä jätteenkuljetusta 5 kunnassa

2.4 Jätehuollon kustannukset kunnissa

Kaupunkiliiton kunnallistekniikan käyttömenoja koskevan selvityksen mukaan jätehuollon käyttömenot vuonna 1991 olivat noin 8% kunnallistekniikan käyttömenoista. Tutkimuksessa oli mukana yhdeksän kuntaa, joiden antamiin tietoihin kuvan 5 jakauma perustuu.



Kuva 5. Kunnallistekniikan käyttömenot. (Suomen Kaupunkiliitto 1992)

Jätelain mukaan (1072/93) kunnalla on oikeus kantaa järjestämästään jätehuollosta ja siihen liittyvistä suunnittelu-, neuvonta- ja muista tehtävistä sille aiheutuvien kustannusten kattamiseksi jätemaksua. Jätemaksu voi muodostua yhdestä tai useasta maksusta. Jätemaksulla on katettava vähintään käsittelypaikkojen perustamisesta, käytöstä, käytöstä poistamisesta ja jälkihoidosta aiheutuvat kustannukset.

Jätemaksun määräämisen yleisinä perusteina ovat jätteen laji, laatu, määrä ja noutokerrat. Jos jätteen määrää tai laatua ei voida selvittää, voidaan jätemaksu määrätä esimerkiksi henkilöiden lukumäärän perusteella. Jälkimmäistä periaatetta voidaan soveltaa esimerkiksi haja-asutusalueella käytettäessä yhteistä jätteiden keräyspistettä. Jätteen jatkokuljetuksesta ja käsittelystä aiheutuva maksu kohdennetaan tällöin keräyspisteen käyttäjille ilman keräyspisteeseen tuotujen yksittäisten jäte-erien määrän mittausta (Jätelakitöimikunta 1993).

Jätemaksu tulee määrätä siten, että se kannustaa jätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseen sekä jätteen hyödyntämiseen. Esimerkiksi lajitellusta hyötyjätteestä voidaan periä omakustannusarvoa pienempää maksua ja hyödyntämiseen kelpaamattomasta sekajätteestä vastaavasti korkeampaa maksua (Uusi jätelaki - uusi jäteajattelu 1993).

Jätehuollossa toteutetaan aiheuttamisperiaatetta eli pääsääntöisesti jätteen haltija vastaa jätteestä aiheutuvista kustannuksista. Valtioneuvosto voi kuitenkin määrätä, että jätehuollon kustantaa joko osittain tai kokonaan tuotteen valmistaja, maahantuoja, markkinoille luovuttaja, välittäjä, myyjä, luovuttaja tai käyttäjä. Tällöin jätteenkäsittelyn kustannukset sisältyisivät jo tuotteen hintaan ja kohdistuisivat siten tuotteen käyttäjiin (Uusi jätelaki - uusi jäteajattelu 1993).

Jätteen haltija, jonka jätteestä kunta huolehtii, on velvollinen suorittamaan jätemaksun. Jos kunta järjestää jätteen hyödyntämisen tai käsittelyn mutta ei sen kuljetusta, voidaan jätemaksu periä kuljetuksen suorittajalta.

Suomen Kaupunkiliiton ja Suomen Kunnallisliiton kyselyssä kartoitettiin jätehuoltolain (673/1978) mukaisen jätehuoltomaksun perimistä ja suuruutta eri kaupungeissa ja kunnissa. Jätehuoltomaksu on muodostunut kuljetusmaksusta ja käsittelymaksusta, jotka on voitu yhdistää yhdeksi maksuksi. Käsittelymaksu oli käytössä kaikissa kyselyyn vastanneissa 75 kaupungissa ja lisäksi YTV:n alueella. Muita kyselyyn vastanneita kuntia oli 215 kpl, joista 37 kunnassa ei peritty käsittelymaksua. Keskimääräiset käsittelymaksut yhdyskuntajätteestä, joka kuljettiin puristinlaittein varustetussa jäteautossa, olivat taulukon 3 mukaiset.

Taulukko 3. Yhdyskuntajätteen käsittelymaksut. (Suomen Kaupunkiliitto 1992)

Käsittelymaksun yksikkö	Kaupungit	Muut kunnat
mk/m ³	23,95	22,06
mk/t	64,12	94,06

Taulukossa 4 esitetään eri keräysvälineiden tyhjennys- ja kuljetusmaksut sekä käsittelymaksun osuus. Maksujen vertailua vaikeuttavat joidenkin kuntien määrämät lisäehdot ja -maksut. Sakkikeräyksessä lisämaksua on saatettu periä esimerkiksi säkin telineeseen laitosta, siirtomatkasta tai jätessäkkitelineen vuokrasta. Samoin jäteastioiden ja vaihtolavojen maksujen vertailua vaikeuttavat niihin mahdollisesti sisältyvät astiavuokrat ja erilaiset tyhjennystiheydet.

Kuntien keskusjärjestöjen taksamallin mukaisiin taksoihin on useissa kunnissa tehty lisäyksiä. Tällaisia ovat mm. maksut, joilla on pyritty jätteen määrän tai haitallisuuden vähentämiseen sekä kannustamaan ihmisiä hyötykäytön lisäämiseen. Esimerkiksi runsaasti paperia sisältävästä jätteestä on peritty korotettua maksua siellä, missä paperinkeräys on järjestetty. Vastaavasti kaatopaikalle on voitu toimittaa maksutta lajiteltua rautaromua, eroteltua puujätettä, peittomaaksi kelpaavaa ylijäämämaata, yksityisten puutarha- ja pensasjätettä sekä jäteöljyä, jossa ei ole epäpuhtauksia. (Suomen Kaupunkiliitto 1992)

Taulukko 4. Keräysvälineiden tyhjennys- ja kuljetusmaksut sekä käsittelymaksut. Kustannukset astiakuutiometriä kohden on laskettu lähdeoteoksissa esitettyjen arvojen perusteella. (Suomen Kaupunkiliitto 1992, *)Suomen Kaupunkiliitto 1990)

ASTIATYYPPI		Kaupungit			Muut kunnat		
		min	ka	max	min	ka	max
SÄKKI 200 l							
Säkin hinta	mk/kpl	0,95	1,50	2,50	1,00	1,33	2,00
	mk/a-m3	4,75	7,50	12,50	5,00	6,65	10,00
Tyhjennys ja kuljetus	mk/säkki	6,00	11,67	17,80	6,00	12,05	20,20
	mk/a-m3	30,00	58,35	89,00	30,00	60,25	101,00
Käsittelymaksu	mk/säkki	0,31	1,50	4,00	0,07	1,86	5,00
	mk/a-m3	1,55	7,50	20,00	0,35	9,30	25,00
Laskutustaksa yht.	mk/säkki	8,00	13,30	20,30	7,10	13,52	22,20
	mk/a-m3	40,00	66,50	101,50	35,50	67,60	111,00
JÄTEASTIA 600 l							
Tyhjennys ja kuljetus	mk/astia	7,00	16,81	23,85	2,60	18,02	58,10
	mk/a-m3	11,67	28,02	39,75	4,33	30,03	96,83
Käsittelymaksu	mk/astia	1,20	4,34	10,80	0,70	5,10	32,10
	mk/a-m3	2,00	7,23	18,00	1,17	8,50	53,50
Laskutustaksa yht.	mk/astia	12,74	21,21	48,00	8,74	22,03	64,10
	mk/a-m3	21,23	35,35	80,00	14,57	36,72	106,83
VAIHTOLAVA 8 m3							
Tyhjennys ja kuljetus	mk/astia	12,50	127,60	265,00	40,00	128,98	420,00
	mk/a-m3	1,56	15,95	33,13	5,00	16,12	52,50
Käsittelymaksu	mk/astia	3,30	56,08	158,63	2,50	57,84	170,00
	mk/a-m3	0,41	7,01	19,83	0,31	7,23	21,25
Laskutustaksa yht.	mk/astia	76,50	179,04	356,00	48,50	169,80	450,00
	mk/a-m3	9,56	22,38	44,50	6,06	21,23	56,25
PIKAKONTTI 8 m3 *)							
Tyhjennys ja kuljetus	mk/astia	56,51	100,66	200,32	-		
	mk/a-m3	7,06	12,58	25,04			
Käsittelymaksu	mk/astia	20,00	42,53	80,00	-		
	mk/a-m3	2,50	5,32	10,00			
Laskutustaksa yht.	mk/astia	86,00	138,18	187,60	-		
	mk/a-m3	10,75	17,27	23,45			

3 KERÄYKSEN JA KULJETUKSEN TOTEUTUS

3.1 Keräyksen ja kuljetuksen päävaiheet

Kotitalousjätteen keräys ja kuljetus muodostavat tapahtumaketjun, joka alkaa kotitalouksissa tapahtuvasta jätteiden keräyksestä ja päättyy jätteiden kuljetukseen asianmukaiseen hyödyntämis- tai käsittelykohteeseen. Keräys- ja kuljetustapahtuman eri vaiheet voidaan esittää seuraavasti:

Vaihe I

Kotitalouksissa tapahtuva jätteiden lajittelu eri jätejakeisiin ja niiden sijoittaminen kotitalouden keräysastioihin tai varastointi muulla tavoin lyhytaikaisesti.

Vaihe II

Jätteiden vienti keräyspisteisiin (kiinteistö- tai kiinteistöryhmäkohtainen keräyspiste, aluekeräyspiste, hyötyjäteasema).

Vaihe III

Jätteiden nouto keräyspisteistä.

Vaihe IV

Jätteiden kuljetus siirtokuormausasemalle, lajittelulaitokseen, hyödyntäjälle tai käsittelypaikalle.

Jätteen tuottajan velvollisuutena on suorittaa kahden ensimmäisen vaiheen vaatimat toimet. Jätteiden kuljetuksen suorittajan vastuulle jäävät vaiheet III ja IV. Keräyksen ja kuljetuksen eri vaiheiden toteuttamisen vaihtoehtoja tarkastellaan luvuissa 3.2 - 3.7.

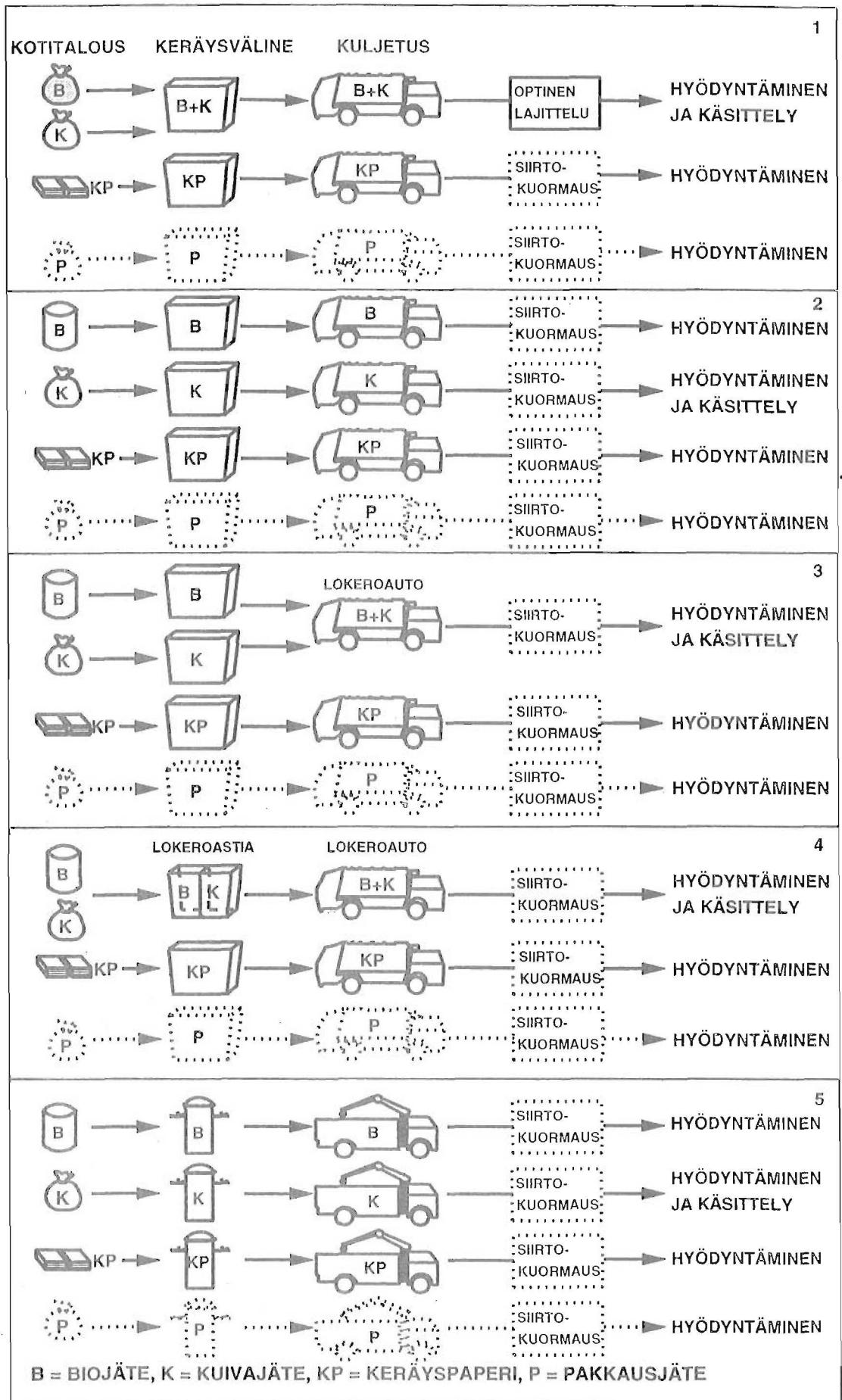
Kuvassa 6 esitellään syntypaikkalajitellun kotitalousjätteen keräys- ja kuljetusjärjestelmiä. Perusoletuksena on, että jäte lajitellaan kotitalouksissa bio- ja kuivajätteeseen sekä keräyspaperiin. Lisäksi voidaan järjestää pakkausjätteen keräys. Tätä vaihtoehtoa on kuvattu katkoviivalla. Ongelmajätteiden sekä uudelleenkäytettävien palautuspullojen, vaatteiden ym. vastaavien tuotteiden keräysmenetelmiä ei tässä yhteydessä kuvata.

Bio- ja kuivajäte kerätään joko yhteis- tai erilliskeräyksenä. Yhteiskeräyksessä bio- ja kuivajäte sijoitetaan erikseen pakattuina samaan keräysvälineeseen (järjestelmä 1). Erilliskeräyksessä molemmille jätejakeille on oma keräysvälineensä (järjestelmät 2, 3 ja 5). Bio- ja kuivajäte voidaan kerätä myös lokeroidulla astialla (järjestelmä 4). Järjestelmä 5 kuvaa perinteisistä pintakeräysmenetelmistä poikkeavaa Molok-syväkeräysjärjestelmää.

Järjestelmässä 1 bio- ja kuivajätepussit kuljetetaan samalla kuljetusvälineellä optisen lajittelun avulla eroteltaviksi. Järjestelmissä 2 ja 5 bio- ja kuivajätteelle on oma kuljetusvälineensä. Lokeroauton käyttöä kuvataan järjestelmissä 3 ja 4.

Paperille ja pakkausjätteelle on esimerkissä omat keräys- ja kuljetusvälineensä.

Tarvittaessa jätteet kootaan siirtokuormauksen avulla suurempiin kuljetusyksiköihin ennen kuljetusta hyödyntämis- tai käsittelykohteeseen.



Kuva 6. Kotitalousjätteen keräys- ja kuljetusjärjestelmiä.

3.2 Kotitalousjätteen lajittelu

3.2.1 Lajittelun tavoitteet ja menetelmät

Jätelain (1072/93) mukaan jätteet on kerättävä ja pidettävä toisistaan erillään jätehuollon kaikissa vaiheissa siinä laajuudessa kuin se on terveydelle tai ympäristölle aiheutuvan vaaran tai haitan ehkäisemisen taikka jätehuollon asianmukaisen järjestämisen kannalta tarpeellista sekä teknisesti ja taloudellisesti mahdollista.

Kailan (1989) mukaan lajittelevan jätehuollon tavoitteena on jokin tai jotkin seuraavista:

1. Materiaalin talteenotto kierrätykseen tai uusiokäyttöön. Tällöin keräyksen kohteena ovat esim. paperi, lasi, metallit ja muovit.
2. Materiaalisekoitusten kerääminen esim. kompostointia tai jätepolttoaineen valmistusta varten.
3. Tiettyjen esineiden tai materiaalien kerääminen erikseen, jotta jäljelle jäävää jätettä olisi helpompi käsitellä tai varastoida. Esimerkiksi polttoa haittaavat jätteet tulisi kerätä erikseen.
4. Ympäristön kannalta ongelmallisten esineiden ja aineiden, lähinnä ongelmajätteiden, kerääminen erikseen, jotta jäljelle jäävä jäte aiheuttaisi käsittelyssä tai kaatopaikalla vähemmän ympäristöhaittoja.

Jätejakeet voidaan erottaa toisistaan joko jätteen syntypaikalla tai keskitetysti lajittelulaitoksessa. Tutkimusten perusteella syntypaikkalajittelulla saadaan talteen puhtaampia jätejakeita kuin laitoslajittelulla. Lilja ja Paatero (1986) toteavat, että tarkasteltaessa kompostointikelpoisen jätteen erottelua ovat useat tutkimukset osoittaneet, että laitoslajittelulla on vaikeaa saavuttaa kohtuullisin kustannuksin sellainen kompostituotteen laatutaso, että tuotetta saataisiin myydyksi esimerkiksi peltomullan markkinahintaa vastaavalla hinnalla. Ennakkoluulojen lisäksi esteinä voivat olla myös todelliset haitat, joita aiheutuu kompostituotteen sisältämisestä muovijätteistä, lasin- ja metallinpaloista sekä raskasmetallipitoisuuksista.

3.2.2 Kotitalouksien osallistuminen lajitteluun

Jätehuollon toimivuus edellyttää, että kotitaloudet hyväksyvät ja omaksuvat valitun keräys-, kuljetus- ja käsittelymenetelmän vaatimat toimet. Syntypaikkalajitteluun siirtyminen aiheuttaa kotitalouksille lisätyötä perinteiseen keräysmenetelmään verrattuna.

Hälisen ja Juvosen (1990) mukaan asukkaiden motiivit osallistua jätteiden syntypaikkalajitteluun ovat lähinnä yhteiskunnallisia, kuten luonnonvarojen säästö ja kaatopaikkojen ympäristöongelmien vähentäminen eivätkä niinkään yksityis- tai liiketaloudellisia. Asukaskyselyjen perusteella myönteisimmin kotitalousjätteiden syntypaikkalajitteluun suhtautuvat nuorehkot, hyvin koulutetut kaupunkilaiset. Perinteisten keräysmateriaalien (paperin, pahvin, lasin ja lumpun) lisäksi ihmiset palauttaisivat kiertoon tai jatkokäsiteltäviksi metalleja ja muoveja.

Yleisimpiä syitä olla osallistumatta syntypaikkalajitteluun ovat seuraavat (Halinen ja Juvonen 1990):

- tiedotus on puutteellista
- keräysastiat ovat liian kaukana tai huonosti sijoitettuja
- keräysastiat ovat huonosti merkittyjä tai hankalasti käytettävissä
- säilytystilat kotona tai kiinteistöllä ovat ahtaat
- kyseistä jätettä ei kerry talouteen tai sitä kertyy vain vähän
- muut keräysjärjestelyt (mm. kansalaisjärjestöjen tempaukset) tai jätteen omatoiminen käsittely (paperin, puun ja muovien poltto)

3.2.3 Lajittelukokeiluissa saadut jättejakeiden talteenotto- ja puhtausasteet

Syntypaikkalajittelukokeiluissa talteensaatujen ainesten määrät vaihtelevat runsaasti riippuen mm. kokeilun laajuudesta, kestosta ja keräystavasta. Kokonaistonnimäärinä mitaten eniten on kerätty paperia ja pahvia muiden ainesten määrien jäädessä selvästi pienemmiksi. Talteensaatua keräyspaperia ei ole sisältänyt merkittävässä määrin epäpuhtauksia, joten se on laadultaan kelvannut paperiteollisuuden raaka-aineeksi. Keräyslasi sen sijaan on sisältänyt runsaasti epäpuhtauksia, kuten metalli- ja muovikorkkeja sekä pullonkaulahylsyjä. Epäpuhtauksien määrä on yleisesti ylittänyt lasitehtaiden asettamat vaatimukset. (Halinen ja Juvonen 1990, Suomen Kuntaliitto 1993)

Kompostijätteen erilliskeräys Hervannassa

Tampereen Hervannan kaupunginosassa aloitettiin kompostijätteen erilliskeräys lokakuussa 1992. Erilliskeräys toteutetaan pääasiassa kerrostalokiinteistöillä. Kiinteistöillä olevista 600 litran jäteastioista merkittiin 1 - 2 astiaa kompostijätettä varten. Kompostijäte kerätään pakkaavalla jäteautolla kerran viikossa. Jäte kompostoidaan aumassa Tarastenjärven kaatopaikalla. Aumasta otetun kompostinäytteen raskasmetallipitoisuudet on esitetty taulukossa 5 (Analyysitulokset 1994).

Keväällä 1993 toteutettiin erilliskeräykseen liittyen lajittelututkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää ensisijaisesti kompostijätteen kertymä ja puhtausaste sekä kuivajätteen koostumus. Erityistä huomiota kiinnitettiin pakkausjätteisiin.

Tutkimuksen kohteeksi valittiin kaksi erityyppistä kerrostalokiinteistöä. Tutkimuskiinteistöiltä valittujen yhden kuivajäteastian ja yhden kompostijäteastian sisältö tutkittiin käsin lajittelemalla yhteensä 6 kertaa. Kuivajätteen ja kompostijätteen yhteenlasketuksi määräksi saatiin tutkimusajankohtana 105 - 140 kg/as/a. Lajittelututkimustuloksen perusteella Hervannan kotitalouksissa muodostuu kompostijätettä 55 - 60 kg/as/a, josta erilliskeräykseen ohjautui keskimäärin 23 kg/as/a eli 40 - 45 paino-%. Tuloksista voitiin päätellä, että noin puolet Hervannan kiinteistöistä lajitteli lähes 60 %:n talteenottoasteella. Tulokset viittasivat myös siihen, että asunnon omistussuhde ilmentää lajitteluhalukkuutta. Omistusasuinkiinteistön ja vuokrakiinteistön ero näkyi erityisen selvästi kompostijätteen ja keräyspaperin talteenottotuloksissa. Kun omistusasunto-kiinteistön kompostijätteen talteenottoaste oli 50 - 60 %, oli vuokrakiinteistön vastaava arvo 20 - 30 %. (Isoaho ja Jalo 1993)

Tutkittaessa kompostijätteen puhtautta eli asukkaille jaetun lajitteluohjeen noudattamista oli tulos kokonaisuudessaan hyvä. Omistussuhteella näytti olevan tässäkin asiassa vaikutusta. Omistusasukiinteistön kompostijäteastiassa epäpuhtauksien osuus oli lähes 0 paino-%, kun osuus vuokrakiinteistön kompostijäteastiassa oli 2 - 6 paino-%. Kompostijätetakeen epäpuhtauden aiheutti lähinnä lajittelemattoman, sekalaista jätettä sisältävän pussin sijoittaminen kompostijäteastiaan. Tutkimuksen perusteella näyttäisi siltä, että epäpuhtaudet ovat seurausta asukkaiden välinpitämättömyydestä eivätkä niinkään tiedon puutteesta. (Isoaho ja Jalo 1993)

Tutkimuksessa kuivajäte lajiteltiin paperiin, pahviin, metalliin, muoviin, lasiin, tekstiileihin, puuhun, ongelmajätteeseen ja sekalaiseen jätteeseen. Nämä jätetakeet jaettiin edelleen pakkauksiin ja muuhun jätteeseen. Lajittelutuloksen mukaan kuivajätteestä noin 30 paino-% muodostuu pakkauksista. Pakkausjätteen kertymä, noin 30 kg/as/a, oli samansuuruinen molemmissa kiinteistötyypeissä. (Isoaho ja Jalo 1993)

Hervannan lajittelututkimuksen mukaan jäte olisi kotitalouksissa lajiteltavissa keräyspaperin lisäksi kolmeen osaan: kompostijätteeseen, pakkausjätteeseen ja muuhun sekajätteeseen. Näiden jakeiden keräyksen lisäksi tulisi järjestää pysyviä keräyspisteitä tai tempauskeräyksiä mm. ongelmajätteille, isokokoiselle romulle ja puutarhajätteelle. (Isoaho ja Jalo 1993)

Kompostijätteen erilliskeräys Joensuussa

Joensuussa toteutettiin vuonna 1982 jätteiden syntypaikkalajittelukokeilu, jossa yli 300 kotitaloutta lajittelee kuuden kuukauden ajan talousjätteensä kompostoituvaan jätteeseen ja muuhun jätteeseen. Kompostijätteen epäpuhtauksien (lasi, metalli, muovi yms.) osuus jätteessä vaihteli välillä 0,2 - 0,6 paino-%. Suurin osa epäpuhtauksista oli muovipusseja. Tosin annetun lajitteluohjeen mukaan kompostijäteastiaan sai laittaa jonkin verran muovijätettä. Muovin jälkeen yleisimpiä epäpuhtauksia olivat karamellipaperit, folionkappaleet ja pullonkorit. Lasin määrä oli vähäinen. Syntypaikkalajittelun kompostituotteen raskasmetallipitoisuudet olivat 5 - 25 % lajittelemattomasta jätteestä tuotetun kompostin vastaavista arvoista (taulukko 5). (Lilja ja Paatero 1983 ja 1986)

Taulukossa 5 esitetään myös Kompostityöryhmän mietinnön (1992) mukaiset kompostituotteen ylimmät sallitut raskasmetallipitoisuudet laatuluokkien I ja II osalta (laatuluokka I = kasvualustan seosaine ja piharakentaminen, II = peltoviljely ja taimituotanto).

Taulukko 5. Kompostituotteen raskasmetallipitoisuudet näytteissä sekä sallitut pitoisuudet.

Metalli	Pitoisuus, mg/kg kuiva-ainetta			
	Joensuu: kompostijäte	Joensuu: sekajäte	Hervanta	Laatuluokat I ja II
kromi	50	612	19	300
nikkeli	26	167	12	100
elohopea	0,08	1,6	0,06	1
lyijy	18	74	42	100
kadmium	0,17	1,9	0,54	1,5

3.3 Jätteen keräyksen toteutus

3.3.1 Keräysvälineiden ja -menetelmien käyttökohteet

Taulukossa 6 esitetään eri keräysvälineille ja -menetelmille ominaisia käyttökohteita. Keräysvälineiden ja -menetelmien teknisiä ominaisuuksia kuvataan tarkemmin luvussa 4.

Taulukko 6. Keräysvälineiden ja -menetelmien käyttökohteet.

Keräysväline tai -menetelmä	Käyttökohde
jätesäkki	pientaloalueet haja-asutusalueet loma-asutusalueet
jäteastia	tiivisti rakennetut pientaloalueet kerrostaloalueet
jätesäiliö	kerrostaloalueet teollisuuskiinteistöt liikekiinteistöt
jätepuristin	teollisuuskiinteistöt liikekiinteistöt
syväkeräyssäiliö	pientaloalueet kerrostaloalueet haja-asutusalueet teiden levähdysalueet virkistysalueet
putkikuljetus	sairaalat teollisuuskiinteistöt virastot tiivisti rakennetut asuinalueet

3.3.2 Lajitellun jätteen keräysmenetelmiä

Lajiteltujen jätteiden keräys voidaan toteuttaa joko *erilliskeräyksenä* tai *yhteiskeräyksenä*. Erilliskeräyksessä kukin jätejake kerätään omaan astiaansa. Yhteiskeräyksessä samaan astiaan kerätään useampia jättejakeita.

Suomessa tehdyissä lajittelukokeiluissa on yleensä käytetty jättejakeiden erilliskeräystä. Jos ainesten saannot ovat pieniä ja astioiden täyttöasteet alhaisia, voi olla taloudellisempaa käyttää muita keräysvaihtoehtoja. Yhteiskeräyksessä voivat jätteenkuljetusmatkojen määrät vähentyä, mutta tällöin joudutaan investoimaan mm. ainesten laitoslajitteluun. Mahdollisia samaan astiaan kerättäviä jättejakeita ovat esim. paperi, muovi, metallit, lasi ja lumput. Kuvassa 7 esitetään eri jättejakeiden luonteenomaisia keräystapoja. Tarkastelussa on huomioitu jätteen lajitteluun, keräykseen ja kuljetukseen liittyviä tekijöitä. Keräystavan kustannuksia ei ole tarkoin arvioitu. (Halinen ja Juvonen 1990)

	kiinteistökeräys	aluekeräys
erilliskeräys	paperi, pahvi eloperäinen aines	lasi lumput akut paristot jäteöljy
yhteiskeräys	metallit kumi muovi nahka (paperi, lasi)	ongelmajätteet

Kuva 7. Eri jättejakeille soveltuvia keräystapoja. (Halinen ja Juvonen 1990)

Yhteiskeräyksen eräänä erikoissovelluksena voidaan pitää optiseen lajitteluun perustuva jätteiden keräysmenetelmää. Jätteet jaetaan kotitalouksissa märkään ja kuivaan jakeeseen. Märkäjäte eli biologisesti hajoava jäte ja muu märkä tai likaantunut jäte kootaan mustaan jätepussiin ja kuivajäte vaaleaan pussiin. Jättepussit sijoitetaan kiinteistöllä samaan jäteastiaan. Jätteiden aikaisempaa keräys- ja kuljetusvälineistöä ei tarvitse muuttaa. Jättejakeiden pakkaaminen pusseihin estää jakeiden sekoittumisen toisiinsa kuljetuksen aikana. Eriväriset jättepussit erotellaan koneellisesti lajittelulaitoksessa. (Koivusaari ja Nygård 1993)

Lajitellun jätteen keräys Yhdysvalloissa

Yhdysvalloissa lajiteltuja kotitalousjätteitä kerätään pientaloalueilta kadunvarsikeräyksellä. Asukkaat erottavat sekalaisesta jätteestä hyötyjättejakeet. Jättejakeet sijoitetaan keräysastioihin usein siten, että useammalla jättejakeella on yhteinen astia. Samaan jäteastiaan kerättäviä jättejakeita ovat esim. keräyspaperi, lasi sekä muovi- ja alumiinitölkit. Joillakin alueilla myös puutarhajätettä kerätään kadunvarsikeräyksellä. Tyhjenäyspäivänä asukkaat vievät keräysastiat kadunvarteen, josta jäteautonkuljettaja tyhjentää ne lokeroituun kuljetusautoon. Jätteiden jatkolajittelu tapahtuu lajittelulaitoksessa. (Recycle America 1991)

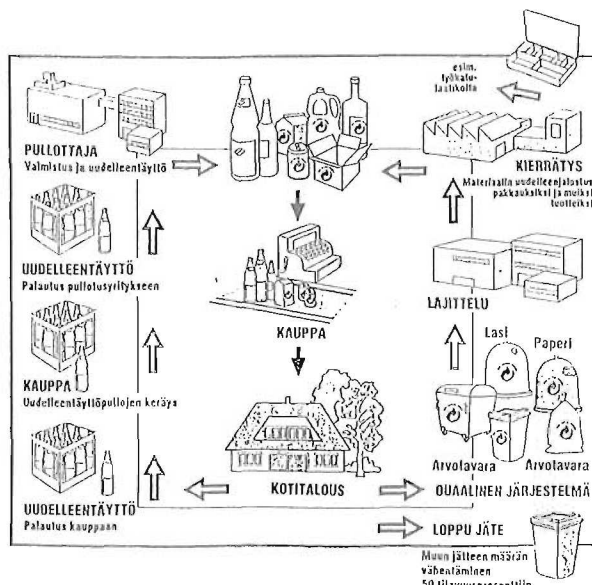
Hyötyjätteen keräys Saksassa

Saksassa hyötyjätteitä kerätään talteen nk. tuonti- ja hakumenetelmillä. Tuonti-menetelmässä on kerättäviä hyötyjakeita varten asetettu keskeisille sijaintipaikoille (kuten pysäköintipaikoille ja ostoskeskuksiin) keräyssäiliöitä, joihin kunnalliset voivat viedä jätteensä. Keräysastioina käytetään vaihtolavasäiliöitä tai konetyhjenäyssäiliöitä. Säiliöihin voidaan kerätä joko ainoastaan yhtä jättejakeita tai käytettäessä monilokerosäiliöitä useampia jättejakeita esim. paperia, värilajiteltua lasia, metalleja, muovia ja tekstiilejä. (Luoma ja Heilala 1988)

Haku-menetelmässä jätehuollosta vastaava yritys, tehtävään valtuutettu yhdistys tai uusiotuotteita välittävä yritys noutaa hyötyjättejakeet kunnallisilta. Yleisimmin käytetty haku-menetelmä on ovelta-ovelle -keräys, jota käytetään paperin, pahvin ja tekstiilien keräykseen. Jätteenhaltija sitoo lehdet ja pahvit nipuiksi ja laittaa ne sanomalehdessä tai

jätekalenterissa ilmoitettuna päivänä kadun varten, josta ne noudetaan. Tekstiilien keräyksessä käytetään tavallisesti keräystä varten jaettuja säkkejä. Haku-menetelmässä käytetään myös astiakeräystä, jossa kuntalaisille jaetaan jäteastia, johon kerätään vain yhtä jätejätettä tai useampaa jätejätettä. Useamman jätejakeen keräysmenetelmää kutsutaan nimellä Grüne Tonne -keräys. Tässä menetelmässä kotitalouksille jaetaan tavallisen harmaan jäteastian lisäksi vihreä jäteastia, johon kerätään yhteiskeräyksenä kuivia hyötyjätejakeita. Näin kerätään mm. paperia, pahvia, lasia, valkopeltiä, muovia, tekstiilejä ja puuta. Menetelmä edellyttää joko mekaanista tai manuaalista laitoslajittelua. Grüne Tonne -keräyksellä saadaan tavallisesti muita keräysmenetelmiä suurempi saanto, mutta laitoslajittelusta huolimatta jätejakeisiin jää epäpuhtauksia. (Luoma ja Heilala 1988)

Pakkausjätteitä koskien Saksan liittohallitus antoi kesäkuussa 1991 asetuksen pakkausjätteiden vähentämisestä. Asetuksen avulla pyritään vähentämään pakkausjätteen määrää 6 - 8 milj. tonnia vuodessa. Saksan läntisissä osavaltioissa syntyy vuosittain noin 32 milj. tonnia kotitalousjätettä, josta pakkausjätteiden osuus on 30 paino-%. Pakkausasetus velvoittaa, että valmistajat ja myyjät ottavat laaditun aikataulun mukaisesti takaisin kaikki pakkaukset ja ohjaavat ne uudelleenkäyttöön tai hyötykäyttöön julkisen jätehuollon ulkopuolella. Lisäksi asetus määrää kerättäväksi pantteja tiettyjen pakkausten takaisinsaannin lisäämiseksi. Vapautuakseen myynti- ja juomapakkausten, pesu- ja puhdistusainepakkausten sekä dispersioväripakkausten takaisinotto- ja pantti-velvollisuudesta ovat kauppiaat sekä materiaali-, pakkaus- ja kulutustavaravalmistajat perustaneet julkisen jätehuollon ulkopuolella toimivan yhtiön nimeltä Duales System Deutschland (DSD). Järjestelmän rahoittamiseksi DSD myöntää kulutustavaravalmistajille "vihreän pisteen" lisenssejä. Edellytyksenä lisenssin myöntämiselle ovat myyjien, tuottajien tai jätehuoltoyritysten esittämät takaisinotto- ja hyötykäyttötakuut. DSD tekee sopimuksia jätehuoltoyritysten kanssa, jotka huolehtivat pakkausten keräyksestä ja lajittelusta sekä palauttavat kerätyt pakkausraaka-aineet teollisuuden käyttöön. Järjestelmään kuuluvat pakkaukset merkitään vihreällä pisteellä. Kuluttajat palauttavat vihreällä pisteellä varustetut pakkaukset niille tarkoitettuihin keltaisiin jäteastioihin. DSD -järjestelmää on arvosteltu mm. siitä, että se ei vaikuta tuotantoon eikä vähennä jätteen määrää. Merkki ei myöskään ole ympäristöystävällisen tuotteen merkki ; se ilmoittaa ainoastaan, että tuote on mukana kierrätyksessä. (Reinikainen 1992) Pakkausjätteiden kierrätys- ja uudelleenkäyttöjärjestelmä on esitetty kuvassa 8.



3.3.3 Lajittelun keräysvälinevaatimukset

Kotitalouden alkukeräysastiat

Useissa tutkimuksissa yleisimpänä syntypaikkalajittelun toteuttamisen ongelmana asukkaat ovat maininneet tilanpuutteen keittiön jätekaapissa, mikä johtuu sekä putkien vaatimasta tilasta että kaapin käytöstä muihin tarkoituksiin. Lajittelun helpottamiseksi tulisi keittiön jätekaappi suunnitella ja sisustaa lajittelua varten. Muuttuvan lajittelutarpeen vuoksi tulisi kaapin olla muunneltavissa. (Uski ym. 1992)

Käytettäessä allaskaappia jätekaappina tulisi kaappi suunnitella siten, että mahdollisimman suuri osa tilasta saadaan hyötykäyttöön. Pesualtaiden lisäksi allaskaapissa tilaa vieviä rakenteita ovat mm. vesilukko ja putkistot. Tilaa allaskaapissa säästetään sijoittamalla vesilukko allaskaapin takaseinän viereen. Hyvässä jätekaappiratkaisussa usein käytettävät astiat, kuten biojäteastiat ja sekalaisen jätteen astiat, tulisi saada helposti esiin. Lisäksi usein käytettävien astioiden tulisi sijaita mahdollisimman korkealla, jotta jätteet voisi laittaa astiaan kumartumatta. (Uski ym. 1992, Roos 1993)

Työtehoseuran ja Chalmersin teknillisen korkeakoulun testeissä ovat erilaisista jätekaappiratkaisuista parhaiten toimineet kiskollisista jätetelineistä ja erillisistä astioista itse yhdistelty ratkaisut (Heino 1992b).

Hervannan jätetutkimuksen (Isoaho ja Jalo 1993) mukaan voidaan biojätteen keräys kotitaloudessa järjestää pienilläkin kustannuksilla. Keittiön biojäteastiaksi kelpaa tyhjä maitopurkki tai muovikassi, jonka sisältö tyhjennetään kiinteistön biojäteastiaan. Kuivajäte voidaan kotitaloudessa kerätä aikaisemmin sekajätteelle tarkoitettuun sankoon. Näillä järjestelyillä syntypaikkalajittelu voidaan toteuttaa ilman jätökaapin uusimista vanhoissakin kiinteistöissä.

Kiinteistön keräysvälineet

Valittaessa kiinteistön jätteenkeräysvälinettä on huomioitava kerättävien jätelajien ominaisuudet. Liljan ja Paateron (1983) mukaan paperisäkki ei sovi biojätteen keräysvälineeksi liian heikon kosteudenkestävyyden vuoksi. Muovisäkki soveltuu periaatteessa keräysvälineeksi. Esimerkiksi 150 litran säkin keskimääräinen paino olisi biojätteellä noin 40 kg. Säkki kestää tämän painon, jos pohjalla ei ole teräviä esineitä. On kuitenkin mahdollista, että satunnaisesti biojätteen tilavuuspaino on niin suuri, että säkki ei kestä. Lisäksi on otettava huomioon työsuojelusuositus, jonka mukaan jatkuvassa nostotyössä nostettavan taakan paino ei saisi olla yli 40 kg.

Lilja ja Paatero (1986) esittävät, että astioiden käsittelystä johtuen kompostijäteastian ei tulisi olla kompostijätteen suuren tilavuuspainon vuoksi tilavuudeltaan 120 litraa suurempi. Kompostijäteastian suojana voidaan käyttää märkälujitettua paperisäkkiä tai muovisäkkiä. Säkki vähentää astian pesutarvetta, helpottaa astian tyhjentämistä ja vähentää haju- ja kärpäshaittoja. Talviaikaan on kuitenkin otettava huomioon mahdollisuus, että säkki jäätyy astiaan kiinni ja repeytyy irrotettaessa. Verrattaessa paperisäkin käyttöä muovisäkin käyttöön, on paperisäkin etuna sen ilmavuus; jäte ei joudu yhtä helposti anaerobiseen tilaan. Muovisäkin käyttö merkitsisi myös lisäkustannuksia käsittelyvaiheessa ennen kompostointia. Paperisäkki on biologisesti hajoavaa materiaalia, ja pääosa raaka-aineista on uusiutuvia luonnonvaroja.

Turussa vv. 1991 - 1992 järjestetyssä lajittelukokeilussa mukana olleet taloudet lajittelivat erilleen kotitalousjätteen kaltaisesta yhdyskuntajätteestä paperin, lasin, metallit ja muovit. Keräysvälineinä käytettiin standardimallisia 240, 380 ja 600 litran kokoisia jäteastioita. Lasinkeräysastiat olivat erikoisvarusteisia, täyttöaukollisia ja lukollisia jäteastioita. Kokeilu osoitti, että tyhjennystyön helpottamiseksi on tärkeää käyttää pyörällisiä keräysastioita. Erityisesti paperin- ja lasinkeräysastioiden todettiin olevan täysinä hyvin painavia. Täysi 600 litran paperinkeräysastia saattaa painaa jopa 150 kg. (Mäkilä ja Siipola 1992)

Tampereen Hervannan kaupunginosan biojätteen erilliskeräyksessä (ks. luku 3.2.3) käytetään toistaiseksi pääasiassa 600 litran jäteastioita. Keräys käynnistettiin koeluentoisesti, jonka vuoksi investoinnin uusiin astioihin katsottiin olevan liian kallista ennen erilliskeräyksen virallistamista. Joissakin kiinteistöissä 600 litran biojäteastia on kuitenkin vaihdettu 330 litran lujitemuoviseen jäteastiaan, koska täysi 600 litran biojäteastia ei kestä tyhjennyksen aiheuttamaa rasitusta (Mäkipää 1993).

Jätteiden erilliskeräyksen helpottamiseksi on keräysastioille kehitetty värikoodeja. Suomessa suositellaan käytettäväksi taulukon 7 osoittamia astiavärejä.

Taulukko 7. Erilliskeräyksessä käytettävät astiavärit. (KH-kortti 70-00139)

Jätelaji	Astian väri
sekajäte	harmaa
eloperäinen jäte ja kompostorit	ruskea, musta
keräyspaperi	vihreä
lasi, metallit, muovi	valkoinen
ongelmajätteet	sininen, punainen

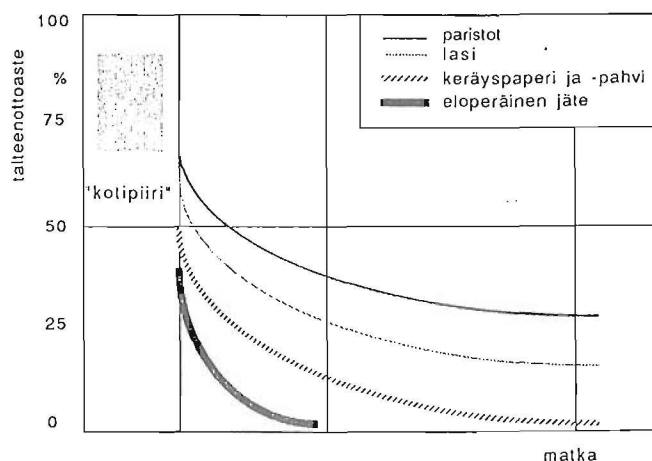
3.3.4 Keräyspisteiden sijoittaminen

Jätteiden keräyspisteen sijoittamista on pohdittava sekä jätteiden tuonnin että astioiden tyhjennyksen kannalta. Perinteisesti keräyspaikat on sijoitettu mahdollisimman lähelle jätteen syntypaikkaa eli kiinteistölle. Asukkaille tämä järjestely on vaivattominta. Jäteauton liikkuminen piha-alueilla on kuitenkin hankalaa. Kuljettajan on usein käytettävä ahtaitakin kulkureittejä päästääkseen keräysvälineiden välittömään läheisyyteen. Vaaratilanteita syntyy mm. kuljetusauton peruuttaessa piha-alueella, jossa on leikkiviä lapsia.

Jätteiden keräys voidaan toteuttaa myös siten, että yksi keräyspiste palvelee useamman kiinteistön asukkaita. Sijoittamalla yhteinen keräyspiste piha-alueen ulkopuolelle säästetään arvokasta pihapinta-alaa muihin tarkoituksiin. Samalla rauhoittuu liikenne piha-alueella. Myös kuljetusauton ajoreitti selkeytyy, kun auton ei tarvitse ajaa pihalta toiselle astioita tyhjentämään. Asukkaille jätteiden vienti totuttua kauempana sijaitseviin keräysastioihin saadaan sujuvammaksi, kun selvitetään asukkaiden päivittäisten kävelymatkojen suuntautuminen ja sijoitetaan keräyspisteet esim. kauppamatkan varrelle.

Yhteistä jätteenkeräyspistettä harkittaessa on otettava huomioon, että useamman kiinteistön tai jopa usean korttelin keräyspisteestä voi tulla tilavaatimuksiltaan niin suuri, että sille sopivaa sijoituspaikkaa on vaikea löytää.

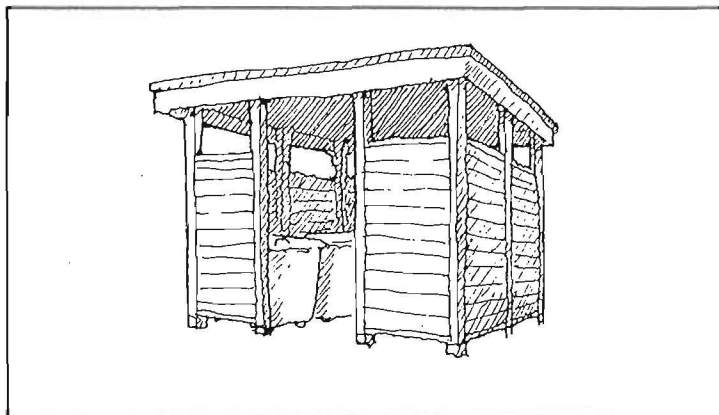
Pohdittaessa keräyspisteen sijoittamista on otettava huomioon keräyspisteen sijainnin vaikutus kerättävien jätelajien talteenottoasteeseen. Parhaat keräystulokset on todettu saavutettavan kiinteistökohtaisilla astioilla. Pientaloasukkaat ovat kerrostaloasukkaita valmiimpia alueelliseen keräystapaan. Etäisyyden ja talteenottoasteen välistä riippuvuussuhdetta selventää kuva 9. Etäisyyden kasvaessa vähenee jyrkimmin eloperäisen jätteen talteensaanti. Paristoja ja ongelmajätteitä ihmiset ovat valmiimpia kuljettamaan pidemmälle. (Halinen ja Juvonen 1990)



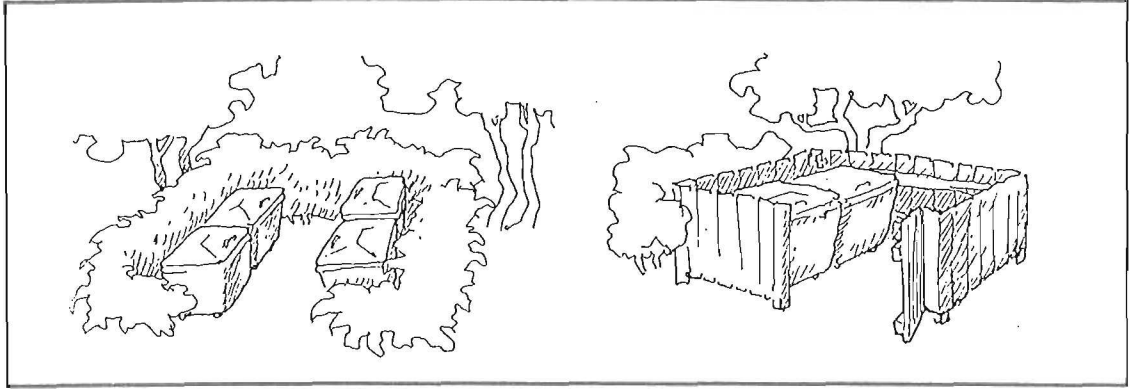
Kuva 9. Keräyspisteen etäisyyden vaikutus talteenottoasteeseen. (Halinen ja Juvonen 1990)

3.3.5 Keräysvälineiden sijoituspaikat

Ulkotiloissa jätteiden keräysvälineet tulisi suojata niin, etteivät ne häiritse ympäristöään. Jätesuoja voi olla joko katettu tai avoin tila. Katettu jätesuoja tulisi jättää ainakin osittain avoimeksi tuuletuksen vuoksi. Avoimet jätesuojat edellyttävät, että keräysvälineet ovat säänkestäviä. Jätesuojan alustan tulee olla tasainen, esimerkiksi betonia tai asfalttia. Sadevedet johdetaan pois. Suojan seinämät ulotetaan maahan asti, jotta jätteet eivät leviä ympäristöön. Jäteastioita ei saa sijoittaa korokkeelle, koska se vaikeuttaa astioiden tyhjentämistä. (Lahti 1980, KH-kortti 70-00139) Kuviissa 10 ja 11 esitetään kolme erilaista jätesuojaratkaisua.



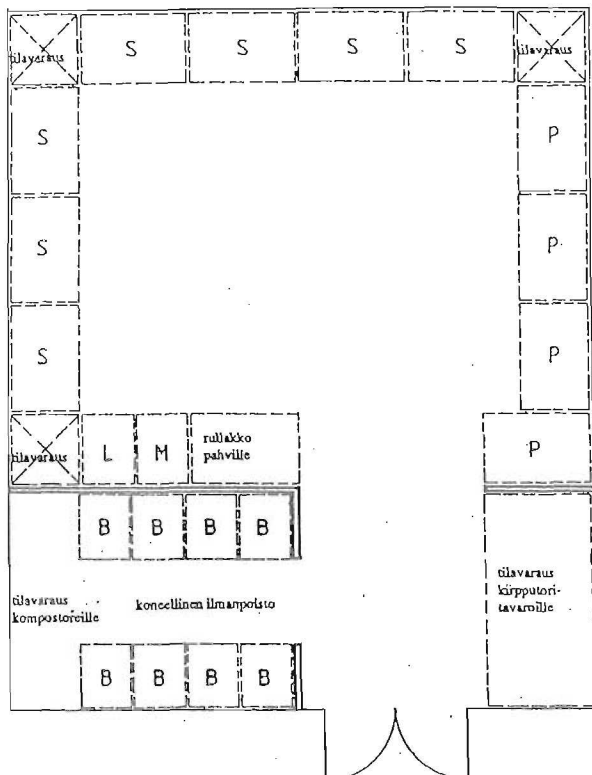
Kuva 10. Katettu jätesuoja. (Lahti 1980)



Kuva 11. Aidattu ja istutuksin suojattu avoin jätesuoja. (Lahti 1980)

Molok-syväkeräyssäiliö (ks. luku 4.1.6) ei tarvitse suojakseen jätekatosta. Tästä johtuen säiliön pihamaalla tarvitsema tila käytettyä astiatilavuutta kohden on pienempi kuin tavallisilla jäteastioilla. Puuverhous tekee Molok-säiliön ulkonäöltään hyvin ympäristöön sopivaksi. Turussa vuonna 1992 tehdyssä tutkimuksessa 96 % kyselyyn vastanneista asuinalueen asukkaista katsoi Molok-syväkeräyssäiliön sopivan maisemaan paremmin kuin perinteisen pintakeräysastian (Molok Oy 1993).

Astiassa olevia jätteitä ja tyhjiä jäteastioita saa säilyttää asuin- ja muissa vastaavissa rakennuksissa vain tähän tarkoitukseen varatussa huoneessa. Jätehuone on sijoitettava siten, että sen ovi avautuu suoraan ulos. Huoneeseen on järjestettävä vesipiste ja viemärointi, riittävä valaistus ja ilmanvaihto. Tarvittaessa huoneen on oltava jäähdytetty. Puhtaanapidon helpottamiseksi on jätehuoneen sisäpintojen oltava sileät. Huone on mitoitettava siten, että jokainen astia voidaan tyhjentää muita astioita siirtämättä. Jätehuoneen sijoittamista maanalaisiin tiloihin tulee välttää. (RIL 1983, KH-kortti 70-00139) Kuvassa 12 on esimerkki jätehuoneen astioiden sijoittelusta.

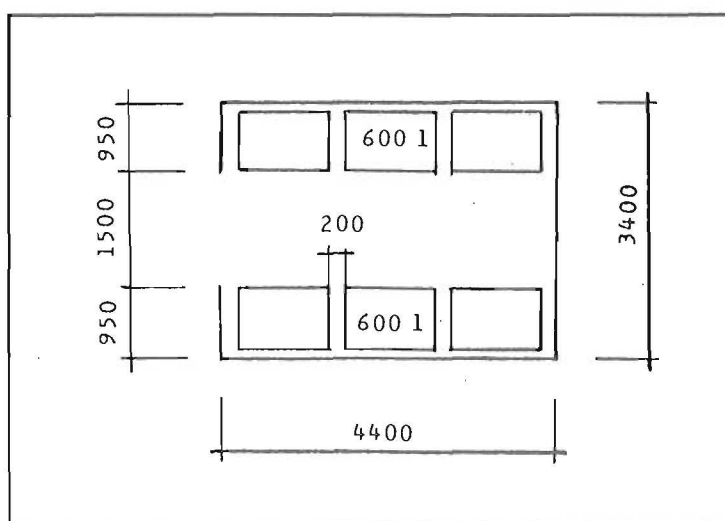


Kuva 12. Jätehuone 130 asunnolle. (Heino 1992a)

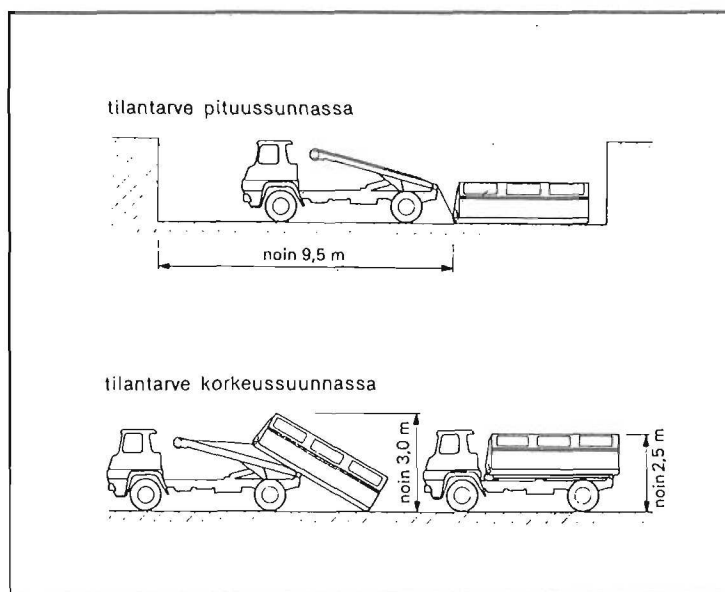
3.3.6 Keräysvälineiden tilantarve

Jätteiden keräysvälinettä valittaessa on otettava huomioon sen vaatimat tilajärjestelyt. Keräysvälineet tarvitsevat oman tilavuutensa lisäksi ympärilleen vapaata tilaa niiden liikuttelua ja kuljetusvälineeseen kuormaamista varten. Kuvassa 13 esitetään esimerkkinä aitaus, jossa on 6 kappaletta 600 l:n jäteastioita.

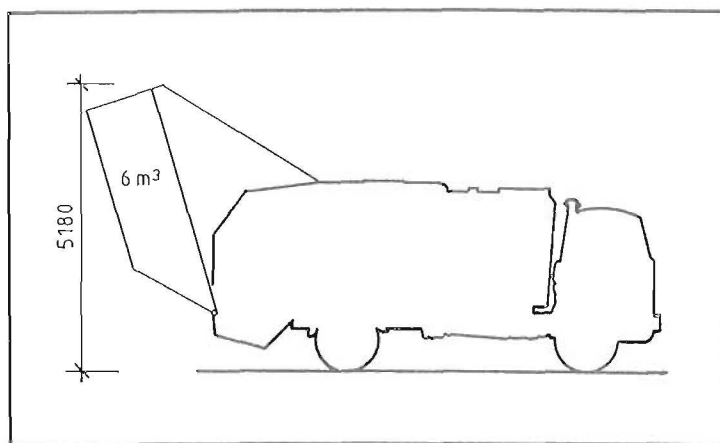
Jätesäiliöitä varten olisi säilytystilaa varattava siten, että säiliön joka puolelle jää noin 1 m:n levyinen vapaa tila. Vaihtolavasäiliön eteen on varattava kuljetusajoneuvoa varten vapaata tilaa 10 - 15 m riippuen säiliökoosta (kuva 14). Konetyhjennyssäiliöiden tilantarvetta laskettaessa on otettava huomioon myös korkeussuunta. Tyhjennyksen aikana säiliö nousee auton peräpäähän pystyasentoon. Korkeussuunnassa tarvitaan tilaa säiliön pituus lisättynä tartuntakorkeudella (kuva 15).



Kuva 13. Jäteastioiden tilantarve, yksikkö mm. (Hannonen-yhtiöt 1986)



Kuva 14. Vaihtolavasäiliön kuormausta varten varattava tila. (Hannonen-yhtiöt 1986)



Kuva 15. Konetyhjennys-säiliön tyhjennystä varten varattava tila. (Hannonen-yhtiöt 1986)

3.4 Jätteen kuljetuksen toteutus

3.4.1 Jätteiden kuljetus käsitteenä sekä kuljetukselle asetetut vaatimukset

Jätteiden kuljetuksella tarkoitetaan jätteiden siirtoa keräysvälineestä jätteiden vastaanottopaikalle, joka voi olla välivarasto, esikäsittelypaikka, käsittelypaikka tai hyötyjätteen käsittelylaitos. Jätteiden kuljetus käsittää jätteiden kuormauksen kuljetusvälineeseen, ajon määränpäähän ja kuorman tyhjennyksen. (Lahti 1980)

Jäteasetuksen (1390/93) mukaan jätteiden kuormaus ja kuljetus on järjestettävä siten, että niistä aiheutuva melu ja muu häiriö ympäristölle jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Jätteet on kuljetettava umpikorissa kuljetusvälineessä taikka kuljetusvälineessä olevassa pakkauksessa. Jätteet voidaan kuljettaa myös muulla tavoin, jos voidaan varmistua siitä, ettei jätteitä pääse ympäristöön kuormauksen tai kuljetuksen aikana. Jätteen kuljetuksen suorittajan on huolehdittava siitä, että jäte kuljetetaan asianmukaisella tavalla ja toimitetaan jätteen haltijan ilmoittamaan tai viranomaisen määräämään paikkaan.

3.4.2 Kuljetuskaluston perustyyppit ja niiden toimivuus jätteenkuljetuksessa

Vaihtolavalaittein varustetuilla kuorma-autoilla kuljetetaan sekä avonaisista että umpinaisista, ilman puristinlaitteita olevia ja puristinlaitteilla varustettuja jättesäiliöitä. Myös traktoria voidaan käyttää vaihtolavakuljetuksiin. Saarento (1985) pitää vaihtolavajärjestelmän etuna vapaata kuljetusvälinevalintaa. Mikä tahansa vaihtolavalaittein varustettu kuorma-auto tai traktori voi ottaa vaihtolavasäiliön kuljetettavakseen. Haittapuolia ovat suuri kuormaustilan tarve pihamaalla ja kuljetusjärjestelmän epätaloudellisuus. Noin 60 prosenttia kaikesta jäteajasta vaihtolava-auto ajaa tyhjänä. Kookkaiden jäte-esineiden ja tyhjen pakkausten vuoksi saattaa vaihtolavasäiliön hyötykäyttösuhde olla huono.

Pakkaavaan jäteautoon tyhjennetään jättesäkkejä, jättestioita tai tähän tarkoitukseen suunniteltuja jättesäiliöitä. Jätteen tiivistymisen ja suuren kuormatilan ansiosta jätteiden käsittelypaikan sijainnin vaikutus jätehuoltokustannuksiin vähenee huomattavasti. Yksi jäteauto kykenee sekajätettä kerätessä olosuhteista riippuen palvelemaan jopa 10 000 asukasta. (Lahti 1980)

Suuret kuljetusajoneuvot, kuten pakkaava jäteauto ja vaihtolava-auto, eivät pääse kaikilla alueilla keräysvälineiden välittömään läheisyyteen. Tällöin jätteiden keräykseen voidaan käyttää *kevyitä kuljetusajoneuvoja*, joita ovat traktorit, mopedit ja kevyet erikoisajoneuvot. Tiivistä rakennettujen kaupunkikeskustojen lisäksi näitä pienajoneuvoja käytetään haja-asutusalueiden jätehuoltoon. Haja-asutusalueella suurten kuljetusajoneuvojen käyttö on epätaloudellista noutopisteiden välisen suuren etäisyyden vuoksi. Pienajoneuvosta jätteet voidaan tyhjentää suoraan pakkaavaan jäteautoon. Näin säästetään käsittelypaikkakäyntien kustannuksissa ja vältetään kiinteiden siirtokuormauserien rakentamiselta. (RIL 1983, Anon. 1991)

Nosturilla varustettua *kuorma-autoa* käytetään jätteiden tyhjennys- ja kuljetusvälineenä mm. Molok-syväkeräyssäiliöiden tyhjennyksessä ja säiliöön asennetun kertakäyttöisen jätessäkin kuljetuksessa. Vertailtaessa kuorma-auton ja pakkaavan jäteauton ominaisuuksia on kuorma-auton eduksi luettava sen hiljaisempi ääni astioita tyhjennettäessä. Kuorma-auto ei myöskään ole sidottu palvelemaan ainoastaan jätehuoltoa, vaan sitä voidaan käyttää muuhunkin kuljetustyöhön. Kokonaispainoltaan kevyempänä kuorma-auto ei aseta tiestölle yhtä suuria kantavuusvaatimuksia kuin raskas jäteauto.

3.4.3 Lajitellun jätteen kuljetusmenetelmiä

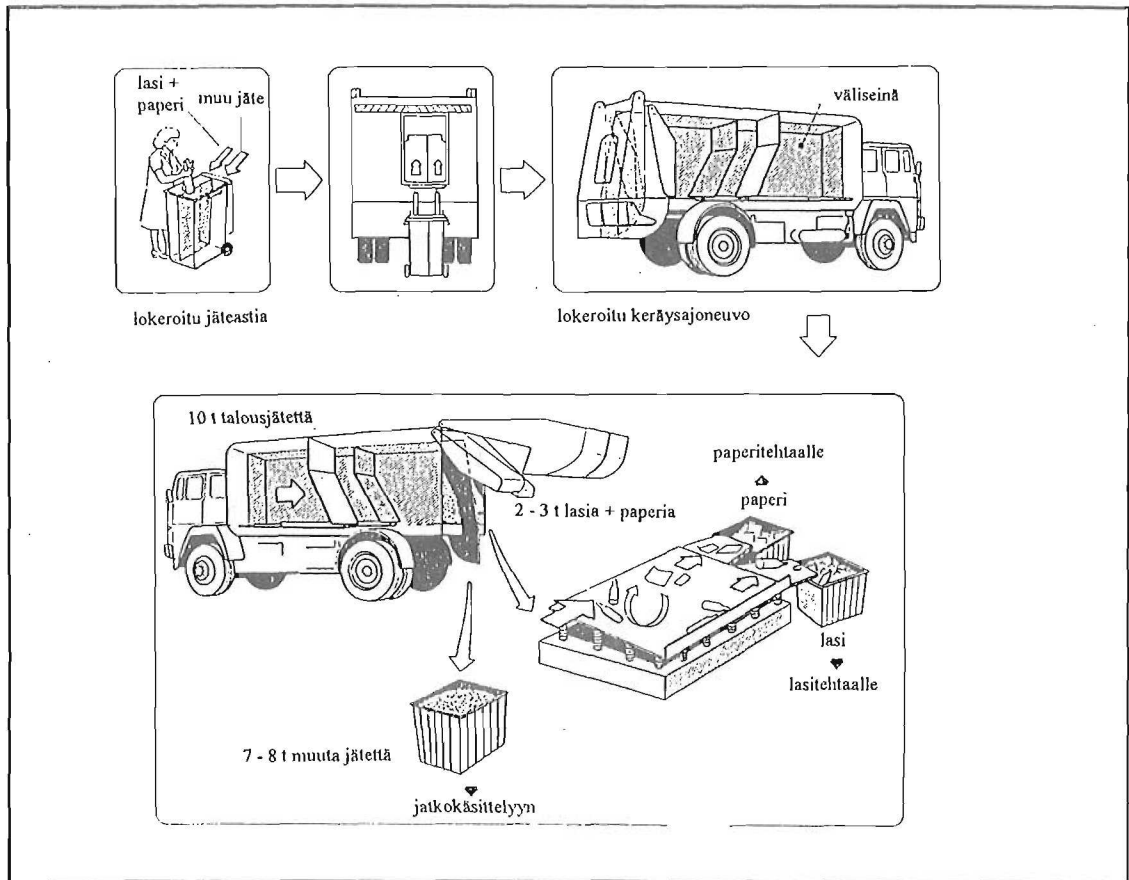
Syntypaikalla lajitellut jätejakeet on pidettävä erillään myös kuljetuksen aikana. Tämä voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla:

1. Jätejakeet noudetaan eri noutokerroilla
2. Jätejakeet noudetaan monilokeroisella autolla
3. Jätejakeet pidetään kuljetuksen ajan omassa alkukeräysvälineessään
(esim. Molok-syväkeräysmenetelmä, optinen lajittelu)

Noudettaessa jätejakeet erikseen voidaan käyttää olemassa olevaa kuljetuskalustoa. Tämän menetelmän on kuitenkin arveltu lisäävän kuljetusliikennettä keräysalueella.

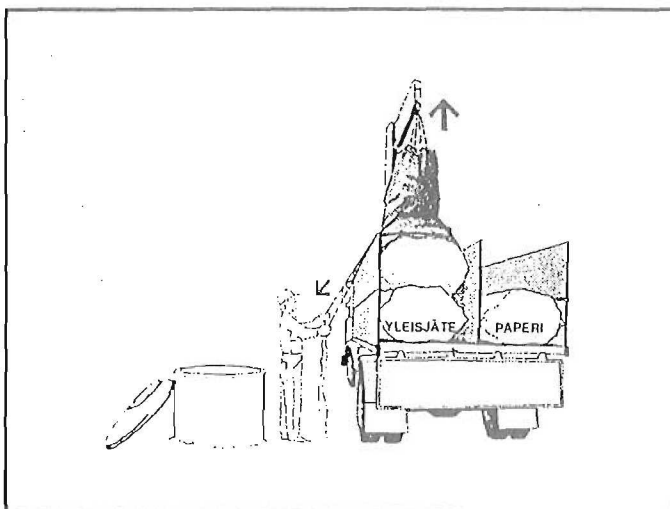
Ulkomailla on käytetty jo pitkään monilokeroautoja, joilla voidaan samanaikaisesti kerätä kahta tai useampaa jätejakeetta. Esimerkiksi Hollannissa on kolmilokeroautolla kerätty vuoroviikoin kuutta jätejakeetta. Suomessa ei toistaiseksi ole ollut käytössä monilokeroautoja. Eräänä syynä on auton hankintahinta. Kaksilokeroauto on noin 100 000 - 150 000 mk kalliimpi kuin tavallinen pakkaava jäteauto. (Heino 1992a) Kirjallisuudessa monilokeroauton eduksi on luettu jätteenkuljetusliikenteen pysyminen kohtuullisena verrattuna vaihtoehtoon, jossa kukin jätejakee noudetaan eri noutokerralla.

Kuvassa 16 on esimerkki kaksilokeroauton käytöstä. Jäteastian toiseen lokeroon kerätään lasia ja paperia ja toiseen sekalaista jätettä. Pakkaavan jäteauton kuormatila on jaettu kahteen osaan siten, että kuormatila täyttyy tasaisesti. Lasi- ja paperijäte kuljetetaan lajittelua varten esim. vastaanottoaseman välivarastointisäiliöihin. Muu jäte kuljetetaan jatkokäsittelyyn. (Wahl 1981)



Kuva 16. Lokeroidun jäteauton toimintaperiaate. (Wahl 1981)

Periaatetta, jossa jätejakeet pidetään kuljetuksen ajan omassa keräysvälineessään, sovelletaan Molok-syväkeräysmenetelmää käytettäessä. Kuva 17 selventää tätä periaatetta. Kuorma-auton lava on jaettu kahteen osaan, joista toiseen sijoitetaan sekalaisen jätteen säkit ja toiseen paperijätteen säkit.



Kuva 17. Molok-syväkeräysmenetelmän käyttö lajitellun jätteen kuljetuksessa. (Molok Oy 1993)

3.4.4 Lajittelun kuljetusvälinevaatimukset

Kuljetusvälinettä valittaessa on arvioitava sen teknistä soveltuvuutta erilaisten jätteiden kuljetukseen.

Lasin, biojätteen ja paperin kuljetus voidaan hoitaa pakkaavalla jäteautolla. Lasille ja metallille riittää myös kippaava jätteenkuljetusauto. Suuren tilavuuspainonsa vuoksi biojäte ei välttämättä vaadi tiivistämistä. Sitä voitaisiin kuljettaa autolla, jossa on astiahissi ja kuormaa eteenpäin siirtävä laite. (Heino 1992a)

Kuljetettaessa jätepusseja optiseen lajitteluun on jättepussien todettu kestävän pakkaavan jäteauton puristuksen: pussien kestävyys on ollut 99,5 % (Ilmola 1992).

Turussa vuosina 1991 - 1992 järjestetyssä lajittelukokeilussa paperin, metallin ja muovin keräysastiat tyhjennettiin puristinlaittein varustetuilla jäteautoilla. Lasinkeräyksessä käytettiin erikoisautoa, joka oli varustettu sivusta kippaavalla jäteastiahissillä. (Mäkilä ja Siipola 1992)

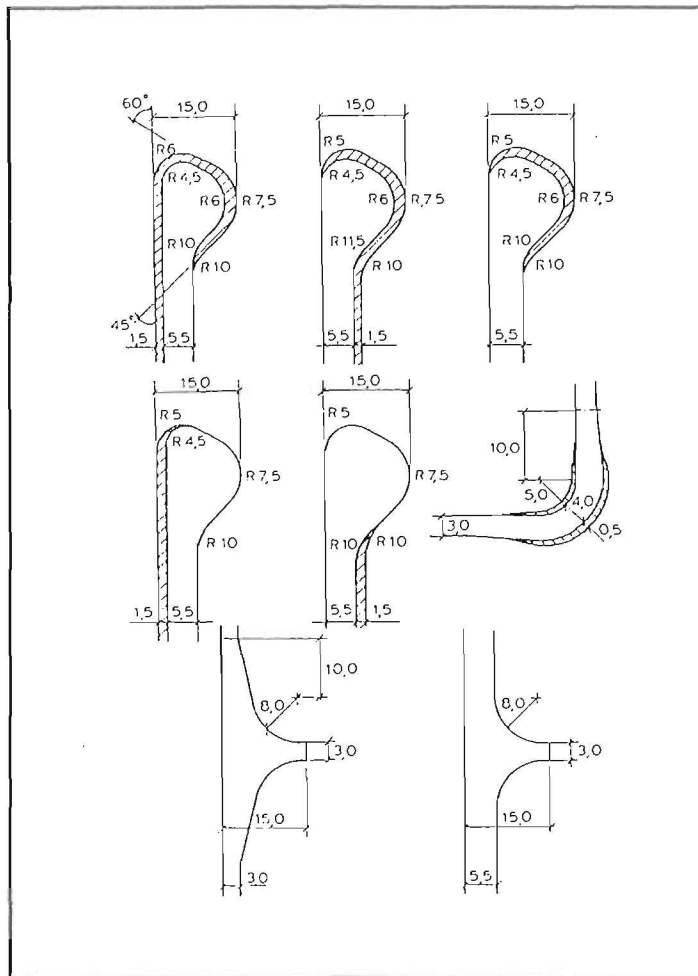
3.4.5 Kuljetuskaluston vaatimukset tiestölle

Jätehuoltojärjestelmää suunniteltaessa on tärkeätä ottaa huomioon jätteiden kuljetuskaluston vaatima tiestö sekä mitoiltaan että kantavuudeltaan. Ajoneuvon käyttöä tiellä koskevan asetuksen (1257/92) mukaan 2-akselisen kuorma-auton suurin sallittu paino tiellä on 18 tonnia ja 3-akselisen jousituksesta riippuen 25 - 26 tonnia.

Jäteauton tarvitsema ajoväylän leveys on kaarteessa 5 m. Muuten vähimmäisleveys on 3 m. Auton tarvitsema vapaa kulkukorkeus on 3,6 m. Taulukossa 8 esitetään jäteauton tilantarve ja kuvassa 18 jäteauton tiestölle asettamat mitoitusvaatimukset. Vaihtolava-auto mahtuu liikennöimään jäteauton käyttöön mitoitettussa ajoväylässä. (RIL 1983, Hannonen-yhtiöt 1986)

Taulukko 8. Jäteauton tilantarve. (RIL 1983)

Ominaisuus	Mitta
tien vähimmäisleveys	3,0 m
pienin kaarevuussäde	5,0 m
tien mutkan vähimmäisleveys	4,0 m
vapaa korkeus	3,6 m
jäteauton korkein sallittu akselipaino	10 t
sisääntulo- tai ulosmenotien kaltevuus	alle 1:10
jäteauton seisontatila	4,1 m * 12,0 m



Kuva 18. Jäteauton tiestölle
asettamien mitoitus-
vaatimukset. (RIL 1983)

3.5 Siirtokuormaus

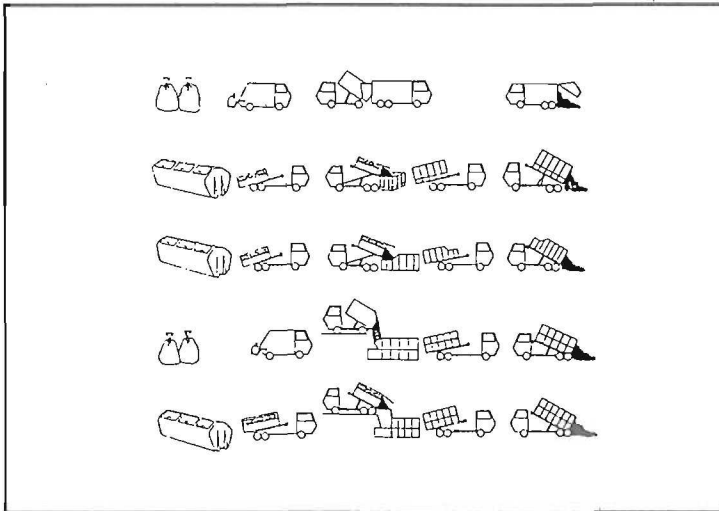
3.5.1 Siirtokuormauksen periaate

Jätteiden siirtokuormausaseman tarkoituksena on toimia jätteiden keräysajoneuvojen jätekuormien vastaanottopaikkana ja siirtää jätteet joko käsiteltynä tai käsittelemättöminä kuljetussäiliöihin, jotka kuljetetaan siirtokuormausasemalta suurilla ajoneuvoilla tai ajoneuvoyhdistelmillä tyhjennettäviksi hyötykäyttö- tai käsittelykohteeseen. Siirtokuormaus käsitteenä sisältää vain kuljetettavan materiaalin uudelleen kuormauksen ajoneuvosta toiseen. Tällöin myös kevyen keräysajoneuvon jätekuorman tyhjentämistä jäteautoon voidaan pitää siirtokuormauksena. Siirtokuormausasemien paikat pyritään etsimään varsinaisen jatkokuljetuksen suunnasta. Koska varsinkin suurten siirtokuormausasemien sijoituspaikkoja on vaikeata löytää, on perusteltua pyrkiä käyttämään siirtokuormausasemien sijoituspaikat tehokkaasti. Tällöin voitaisiin siirtokuormausasemien yhteyteen sijoittaa mm. ongelmajätteiden vastaanotto, öljyisten vesien puhdistus, jäteraaka-aineiden vastaanotto-, lajittelu- ja esikäsittelytoiminta sekä puujätteen murskaustoiminta. (RIL 1983, Paatero 1982 ja 1986)

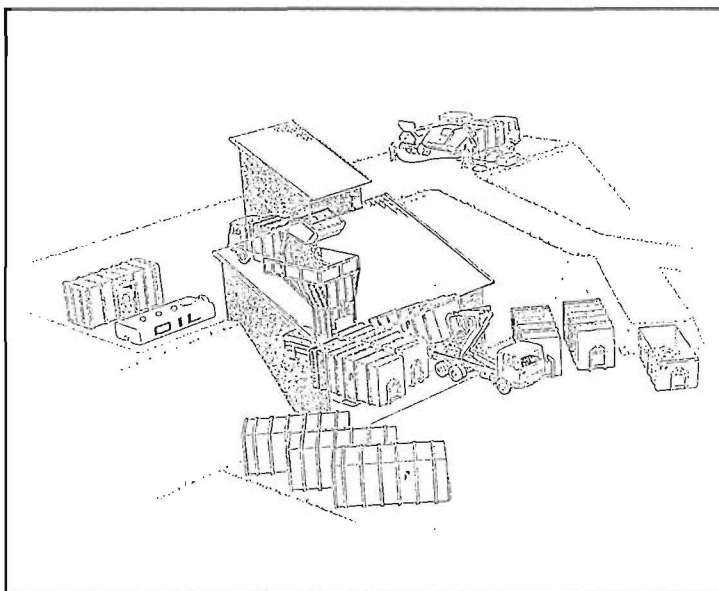
Siirtokuormausaseman perustyyppisiä on olemassa kolmenlaisia. Jätteet voidaan siirtokuormata puristamattomina tai jätteet puristetaan jätepuristimilla ennen jätteiden kuormaamista kuljetusajoneuvoihin. Jätteet voidaan myös murskata ennen kuljetussäiliöihin kuormaamista. (Paatero 1986)

Siirtokuormausasema voi olla toimintaperiaatteeltaan liikkuva, siirrettävissä oleva tai kiinteä. Kuvassa 19 esitetään Pohjoismaissa käytössä olevia siirtokuormausjärjestelmiä.

Liikkuvassa siirtokuormauksessa jätekuorma tyhjenetään jäteauton syöttökaukaloon. Keräysajoneuvo voi periaatteessa tyhjentää jätekuorman pakkaavaan jäteautoon missä tahansa jäteauton kuljetusreitillä varrella. Käytettäessä siirrettävissä olevaa siirtokuormausasemaa tyhjenetään jätekuorma joko avonaiseen tai umpinaiseen kuljetussäiliöön. Täyttynyt kuljetussäiliö kuljetetaan käsittelypaikalle vaihtolavalaittein varustetulla kuorma-autolla. Kiinteä siirtokuormausasema (kuva 20) on rakennelma, jonne täyttyneet jätessäiliöt tuodaan tyhjennettäviksi tai jonne jäteautot tyhjentävät kuormansa. Tämän tyyppisellä siirtokuormausasemalla vastaanotetut jätteet yleensä puristetaan kuljetussäiliöihin. Täyttyneet säiliöt irrotetaan jätepuristimista ja kuljetetaan käsittelypaikalle tyhjennettäviksi. Kuljetus voi tapahtua vaihtolavalaittein varustetulla kuorma-autolla tai vetoautolla, johon liitetään puristussäiliönä tai kuormausalustana käytetty puoliperävaunu. Kiinteiden siirtokuormausasemien toimintaan liittyvät oleellisesti myös kuljetussäiliöiden siirto- ja vaihtolaitteistot, jotka voivat olla pitkälle automatisoituja. (Paatero 1982)



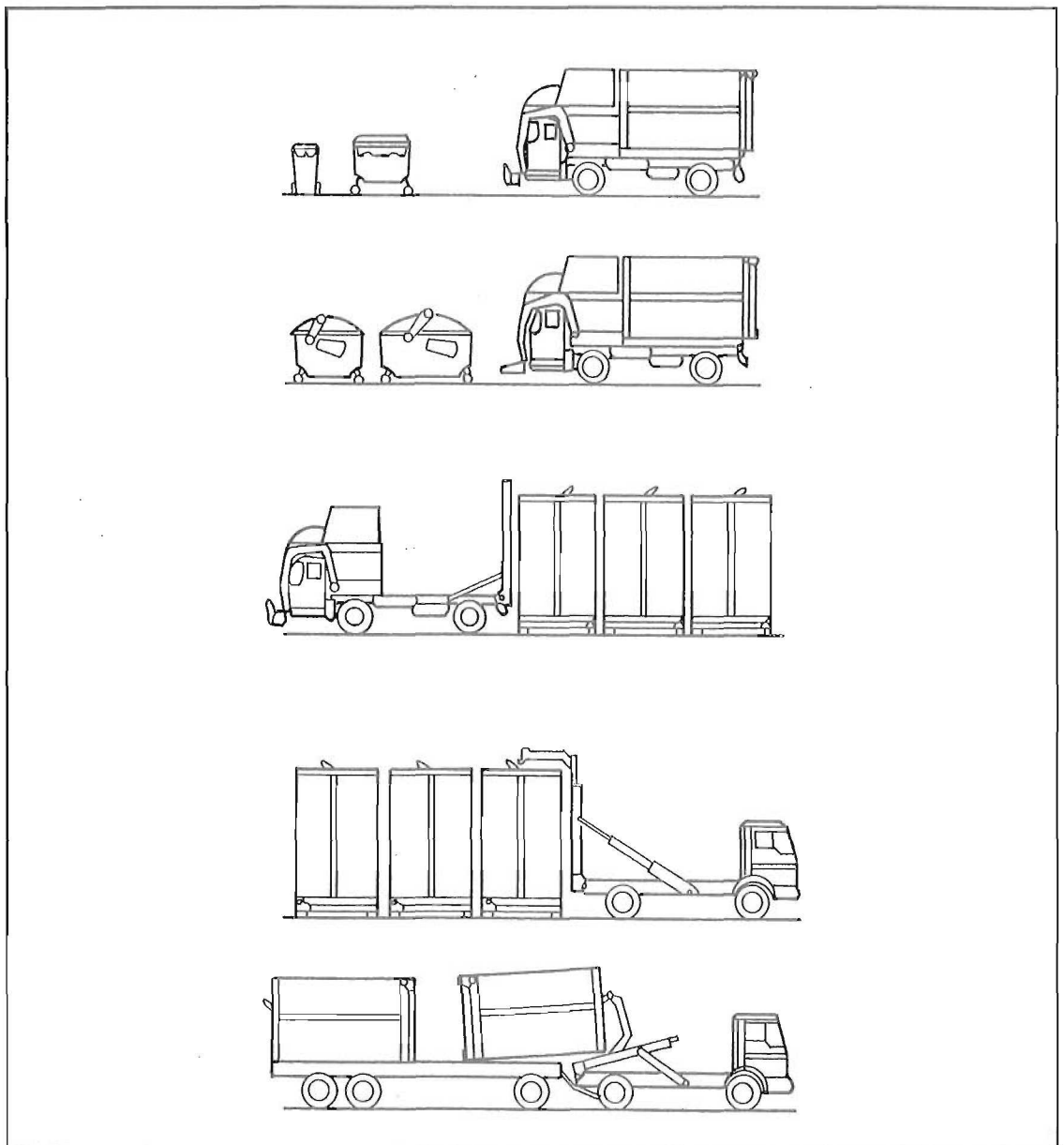
Kuva 19. Erilaisia siirto-
kuormausjärjestelmiä.
(Paatero 1982)



Kuva 20. Kiinteä siirto-
kuormausasema. (Norba
Oy 1986)

Kuljetussäiliöissä voidaan kerralla kuljettaa 100 - 150 m³ irtojätettä riippuen säiliön tilavuudesta, muodosta, jätteiden ominaisuuksista ja puristinlaitteiden tehokkuudesta. Ajoneuvoyhdistelmillä voidaan kerralla kuljettaa 2 - 3 kuljetussäiliötä riippuen ajoneuvoyhdistelmän koosta, paikallisista kuljetuksista koskevista määräyksistä sekä tiestön kunnosta. Suurilta siirtokuormausasemilta jätteiden jatkokuljetus voidaan hoitaa myös rautateitse (Paatero 1982, RIL 1983).

Siirtokuormauksen periaatetta sovelletaan myös nk. konttikuljetusjärjestelmiä käytettäessä. Esimerkkinä konttikuljetusjärjestelmästä toimii kuvan 21 mukainen saksalainen järjestelmä. Tässä menetelmässä jäte tyhjennetään jäteastioista tiivistäen vaihtokuormatilana toimivaan konttiin. Täydet kontit kuljetetaan varikkoalueelle odottamaan jatkokuljetusta käsittelypaikalle. Jätteenkeräysauto palaa keräysalueelle otettuaan täyden kontin tilalle tyhjän kontin. Konttien jatkokuljetus voidaan perävaunuyhdistelmien lisäksi hoitaa myös vesitse tai rautateitse. Yhdellä jatkokuljetuskerralla voidaan kuljettaa useita jättejakeita, kun kukin jae on kerätty omaan konttiinsa. (Edelhoff 1988)



Kuva 21. M.S.T.S.-konttikuljetusjärjestelmä. (Edelhoff 1988)

3.5.2 Siirtokuormauksen toimivuus

Siirtokuormausasemaa käytettäessä kustannussäästöt syntyvät lähinnä mahdollisuudesta kuljettaa jätteet suurina erinä käsittelypaikoille, jolloin jätteiden keräysajoneuvot ja niiden miehistö voivat tehdä keräysvälineiden tyhjennys- ja kuljetustyötä keräysalueella. Lisäsäästöjä syntyy mm. ajoneuvojen rengas- ja puhtaanapitokustannuksissa, kun jätteen keräysajoneuvojen ei enää tarvitse käydä kaatopaikalla. (Paatero 1986)

Siirtokuormauksen käyttö vaikuttaa jätehuoltoon mm. seuraavasti (Paatero 1986):

- saapuva liikenne ei ruuhkaudu
- jätteiden jatkokäsittely voidaan suorittaa suurissa yksiköissä
- kaatopaikkojen lukumäärää voidaan pienentää
- liikenteen pakokaasut vähenevät
- liikenteen aiheuttama melu vähenee

Siirtokuormauksen yleisiksi haittoiksi voidaan lukea seuraavat seikat (RIL 1983):

- siirtokuormausaseman lähiliikenne vilkastuu merkittävästi
- siirtokuormausaseman sijoituspaikan valinta saattaa aiheuttaa vaikeuksia, koska aseman tulisi sijaita keskeisellä paikalla
- liikenteen ja autojen tyhjennyksen aiheuttama melu saattaa aiheuttaa haittoja, mikäli aseman tekniseen suunnitteluun ei kiinnitetä riittävää huomiota
- pöly- ja hajuhaitat sekä roskaantuminen saattavat puutteellisesti suunnitellulla tai huonosti hoidetulla siirtokuormausasemalla aiheuttaa ympäristöhaittoja
- omatoiminen jätteiden tuonti siirtokuormausasemalle saattaa olla haitta, mikäli toimintaa ei suunnitella perusteellisesti

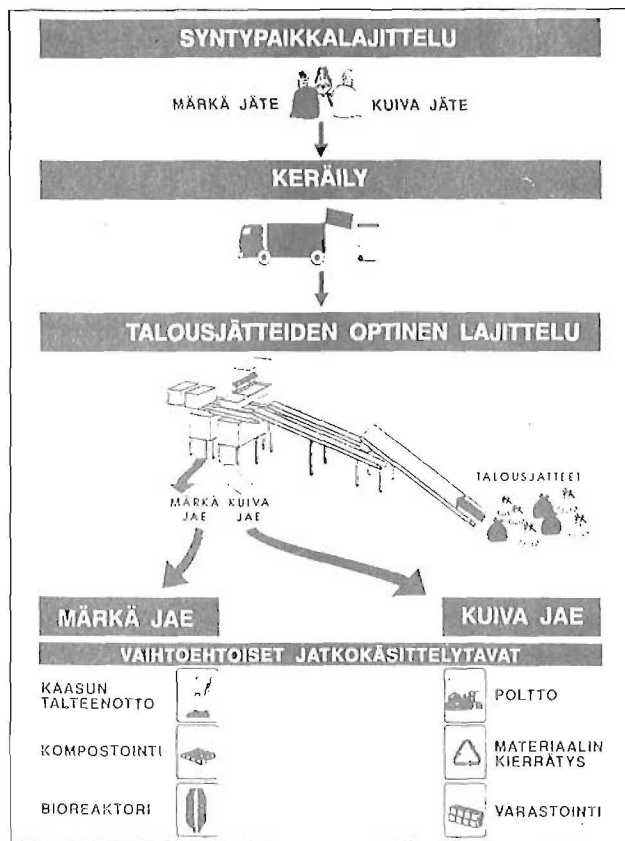
3.6 Optinen lajittelu

3.6.1 Optisen lajittelulaitoksen toimintaperiaate

Lajittelun jätteen keräys- ja kuljetusjärjestelmä voi perustua jätteiden optisen lajittelulaitoksen käyttöön. Tällöin syntypaikkalajitteluun yhdistetään koneellinen erottelu lajittelulaitoksessa. Kuvassa 22 esitetään optisen lajittelun periaate käsiteltäessä kahta jätejätettä. Esimerkkinä kuvataan Pietarsaaren seudun kuntien ratkaisua talousjätteiden lajittelun järjestämiseksi.

Kotitalousjätteestä erikseen kerättäville ongelmajätteille ja hyötyjakeille, kuten lasille, paperille ja metallille on Pietarsaaren seudun kuntiin perustettu yli 100 keräyspistettä, joita kutsutaan ekopisteiksi. Puutavaraa, autonrenkaita, kodinkoneita ym. suuria esineitä vastaanotetaan hyötykäyttöasemilla. Jäljelle jäävät jätteet jaetaan kotitalouksissa märkäjakeeseen ja muusta talousjätteestä koostuvaan kuivajakeeseen. Märkäjakeeseen luetaan biologisesti hajoavan ruoka- ja pihajätteen lisäksi mm. säilykepurkit, ketsuppi-pullot ja vastaavat, tahmeat muovit, maitotölkit, säilykepurkit, vaipat ja likaiset paperit. Märkäjäte kootaan syntypaikalla mustaan jätepussiin ja kuivajäte vaaleaan pussiin. Jätteiden keräyspisteissä pussit sijoitetaan samaan keräysastiaan. Jättepussit kuljetetaan pakkaavalla jäteautolla optiseen lajittelulaitokseen eroteltaviksi. Lajittelulaitoksessa jäteautot purkavat kuormansa vastaanottosiiloon, josta jättepussit siirtyvät kuljetinhihnalle. Lajitteluyksikössä optinen tunnistaja antaa impulssin pneumaattiselle järjestel-

mälle, joka työntää kuljetinhihnalta sivuun kaikki jätepussit, jotka eivät ole väriltään mustia. Mustat pussit ohjautuvat kuljetinhihnan päästä suoraan kuljetuskontteihin, joissa ne kuljetaan Vaasan Stormossenin jätteenkäsittelylaitokseen. Jätteenkäsittelylaitoksen biologisessa yksikössä jätteet hajotetaan anaerobisesti biokaasuksi, humukseksi ja vedeksi. Ennen biologista prosessia erotetaan märkäjätteestä säilykepurkit, muovit ja muu biologisesti hajoamaton aines. Optisessa lajitteluyksikössä erotetut vaaleat pussit eli kuivajäte syötetään lajittelulaitoksen yhteyteen rakennetulle paalausasemalle. Paalaaminen pienentää kuivan jätteen tilavuuden noin viidesosaan pussien lähtötilavuudesta ja tekee mahdolliseksi kuivajakeen varastoinnin ennen jatkokäsittelyä. Kuivajae on tarkoitus myöhemmässä vaiheessa jalostaa polttoaineeksi. (Koivusaari 1993, Koivusaari ja Nygård 1993)



Kuva 22. Optisen lajittelun periaate. (Koivusaari 1992)

3.6.2 Optisen lajittelun toimivuus

Pietarsaaren lajittelulaitoksen mallina on käytetty Ruotsissa Boråsissa vuonna 1991 perustettua laitosta. Boråsin lajittelulaitos on mitoitettu käsittelemään 47 000 talouden syntypaikkalajitellut jätteet. Alkuvaiheessa laitokselle ohjattiin noin 16 000 talouden jätteet. Annettujen lajitteluohjeiden suhteen tarkasteltuna lajittelu toteutui kotitalouksissa 92 - 95 prosenttisesti. Ohjeissa ihmisiä pyydettiin epävarmoissa tapauksissa laittamaan jätteet kuivajätteen joukkoon, jotta kompostoitavassa aineessa olisi mahdollisimman vähän epäpuhtauksia. Jättepussien erottelu toteutui laitoksessa 99,4 prosenttisesti. Jättepussit olivat tavallisia polyeteenistä valmistettuja pusseja. Niiden on todettu kestävän pakkaavan jäteauton puristuksen 99,5 prosenttisesti. (Ilmola 1992)

Perustettaessa keräys- ja kuljetusjärjestelmä optisen lajittelun käyttöön ei jätteiden keräys- ja kuljetuskalustoa tarvitse syntypaikkalajittelun vuoksi uusia. Kun jätteet ovat kuljetuksen ajan pusseissa, on määrän jätteen kuljetus hygieenistä. Järjestelmä sopii myös sellaisiin kotitalouksiin, joissa halutaan itse kompostoida biojätteet. Tällöin lajitte-
lulaitokselle kuljetetaan ainoastaan kuivajäte. (Koivusaari ja Nygård 1993)

Optista lajittelua suunniteltaessa on otettava huomioon lisäkustannus, joka syntyy märkäjakeen pussien aukaisemisesta repijän tms. avulla ennen kompostointia.

3.7 Keräys- ja kuljetustyön suunnittelu

3.7.1 Keräys- ja kuljetusjärjestelmän valinta

Syntypaikkalajittelusta johtuen on jätteiden keräys- ja kuljetusjärjestelmän valinta aikaisempaa vaikeampi tehtävä. Koska jätteiden keräys ja kuljetus muodostavat huomattavan osan jätehuollon kokonaiskustannuksista, on järjestelmän valinnalla suuri taloudellinen merkitys.

Kuva 23 esittää syntypaikkalajitteluun perustuvan keräys- ja kuljetusjärjestelmän valintaprosessin ja -tekijät. Syntypaikkalajittelun laajuuden määräävät jätehuoltoalueen strategiset tavoitteet (suunnittelutulokset) sekä hallinnolliset määräykset.

Järjestelmän valintaa on lähestyttävä kahdelta suunnalta. Valinnan toinen lähtökohta on kerättävä jätejäte ja toinen keräysaluetyyppi.

Jätetyyppi ja sen kuljetusfrekvenssi keräyspisteeseen vaikuttavat siihen, kuinka pitkän matkan jätteen tuottajat ovat valmiita kuljettamaan jätettä. Vientietäisyys ja keräyspisteen sijainnin valintatekijät määrittelevät keräyspistealueen maksimikoon. Sijainnin valintatekijöitä ovat luontaiset kulkureitit, luoksepäästävyys keräysajoneuvolla, maisematekijät ja asukkaiden yhteistyökyky.

Keräyspistealueen koko ja jätteen tuottajatyypit vaikuttavat vuotuisen jättekertymään. Noutotiheys, joka on osin valinnainen ja optimoitavissa oleva parametri, määrittelee yhdellä noutokerralla kuljetettavan jätemäärän. Jätteen varastoitavuus, lähinnä biologisten toimintojen aiheuttama haju, voi olla noutotiheyttä määrittelevä tekijä.

Noutotiheys ja keräyspistealueen koko määrittelevät keräyspisteiden lukumäärän, jolla on suora vaikutus keräys- ja kuljetusjärjestelmän kustannuksiin.

Noutotiheys voisi periaatteessa vaihdella jopa keräyspisteittäin, mikäli siitä ei aiheudu vajaiden kuormien kuljetusta tyhjennyspisteeseen tai olennaista lisäystä keräystyöaikaan ja -kustannuksiin. Käytännössä samalla keräysalueella voitaneen yhtä jätettä kerätä enintään 3 - 4 erilaisella noutotiheydellä.

Jätteen ominaisuudet kuten kosteus, haihtuvuus, pistävyys tai kovuus vaikuttavat keräyspisteastian rakennevaatimuksiin. Jätteen irtotilavuuspaino ja keräysajoneuvon kuormaustekniikka määrittelevät täyden keräysastian suurimman sallitun painon, joka edelleen määrittelee maksimitilavuuden keräysastialle ja vaikuttaa astian rakennevaatimuksiin. Kuormaustekniikka vaikuttaa myös suoraan ja turvallisuusnäkökohtien kautta

välillisesti keräysastian rakennevaatimuksiin. Suora vaikutus liittyy erityisesti astian ajallisesti riittävän pitkään kuormauskestävyyteen.

Turvallisuuskohdat on keräys- ja kuljetusjärjestelmän valinnassa otettava huomioon. Erityisesti lapsiin kohdistuvat riskit on ehkäistävä.

Astiatyyppin määrittelevät edellä tarkastellut tekijät yhdessä kuvassa 23 esitettyjen muiden tekijöiden kanssa. Astiatyyppin valinta voi antaa aiheen muuttaa noutotiheyttä, joka puolestaan vaikuttaa astialukumäärään.

Yhdellä noutokerralla haettava jätemäärä ja astiatyyppi määrittelevät astioiden lukumäärän keräyspisteessä. Tämä vaikuttaa keräyspisteen tilatarpeeseen, johon lisäksi vaikuttaa kuormaustekniikka. Keräyspisteen kokonaistilatarve muodostuu kaikkien eri jätelajien tarvitsemien keräysastioiden lukumäärän perusteella.

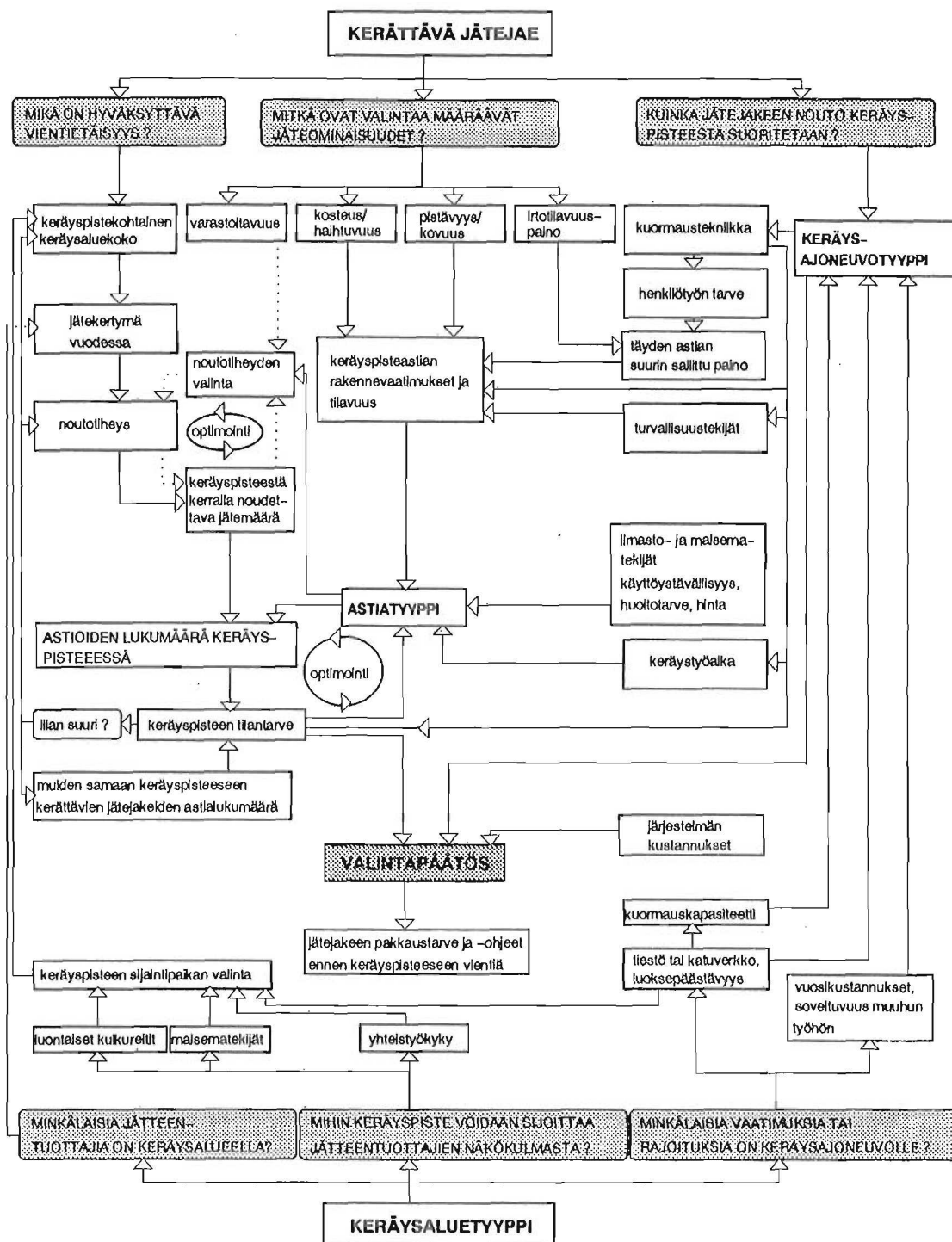
Keräys- ja kuljetusjärjestelmän optimointia voidaan rajatusti suorittaa noutotiheyttä muuttamalla ja astiatyyppin valinnalla. Noutotiheys vaikuttaa astioiden lukumäärään keräyspisteessä ja siten myös kustannuksiin. Astiatyyppin valinnalla voidaan minimoida keräyspisteen tilatarvetta.

Jos keräyspisteen vaatima tila osoittautuu liian suureksi, voidaan noutotiheyttä suurentaa, keräyspistealuetta pienentää tai muuttaa muiden jätelajien keräysastioiden tilatarvetta.

Keräys- ja kuljetusjärjestelmän vaatimuksena voi olla jätteen pakkaaminen ennen keräyspisteeseen vientiä. Esimerkiksi jätteiden optiseen erotteluun perustuva järjestelmä edellyttää jätteen pakkaamista.

Keräys- ja kuljetusjärjestelmän valinta perustuu kokonaiskustannusten ja laadullisen toimivuuden optimointiin.

Kuvan 23 kaaviossa ei ole esitetty vaihtoehtoa, jossa astiatyyppi vaikuttaa keräysajoneuvon valintaan. Vaihtoehto tarkoittaisi sitä, että koko keräys- ja kuljetusjärjestelmän suunnittelun ensisijaisena lähtökohtana pitäisi olla astiatyyppi. Tällaisen suunnittelulähtökohdan valinta rajaisi ulkopuolelle monia tarkastelutekijöitä, joilla on keskeinen merkitys eri keräys- ja kuljetusjärjestelmien taloudellisessa vertailussa.



Kuva 23. Keräys- ja kuljetusjärjestelmän valintatekijät ja -prosessi.

Eri keräys- ja kuljetusjärjestelmien (ks. luku 3.1, kuva 6) vertailussa on mielenkiinnon kohteena myös se, kuinka usein keräysajoneuvot käyvät keräyspisteessä (noutotiheys) ja kuinka monta kuormaa ajetaan keräysalueelta tyhjennyspaikkoihin. Noutotiheys ja kuormien lukumäärä voidaan laskea sivun 48 kaavoilla.

$$e = \sum_i e_i = \sum_i \frac{W_i}{I_{ai} \times V_{asi}}$$

$$K = \sum_i \frac{W_i}{I_{ki} \times V_{ki}}$$

e = noutotiheys (krt/a)

i = jättejakeeseen viittaava alaindeksi

W = jätemäärä (kg/a)

I_a = jätteen irtotilavuus keräysastiassa (kg/m³)

V_{as} = keräysastioiden yhteelaskettu tilavuus (m³)

I_k = jätteen irtotilavuus kuormassa (kg/m³)

V_k = keräysajoneuvon kuormatilavuus (m³)

K = kuormien lukumäärä (kpl/a)

Esimerkki: Verrataan sekajätteen keräystä (S) bio- ja kuivajätteen erilliskeräykseen (B+K).

parametri	yksikkö	S	B	K	B+K
W_i	(10 ³ kg/a)	2250	750	1500	2250
Astiatilavuus	(m ³)	0,6	0,24	0,6	
Astialukumäärä		378	200	283	483
V_{as_i}	(m ³)	227	48	170	218
I_{a_i}	(kg/m ³)	95	300	85	
I_{k_i}	(kg/m ³)	470	470	470	
V_{k_i}	(m ³ /kuorma)	15	15	15	
e	(krt/a)	104	52	104	156
K	(kpl/a)	319	106	213	319

3.7.2 Reitin suunnittelu

Suunnittelun tavoitteena on luoda keräysreitti, joka takaa kuljetuskalustolle mahdollisimman sujuvan etenemisen keräyspisteeltä toiselle. Hukka-ajo tulee minimoida, samoin tulee välttää peruutustyötä ja muita liikenneturvallisuuksiin vaarantavia tilanteita. Keräyspisteiden sijoittamisen ja keräysreitin kulun suunnittelulla voidaan keräysmatkaa lyhentää ja vaikuttaa keräystyöaikaan. Keräysreitin suunnittelun tavoitteena on myös saada keräysajoneuvo keräyspisteissä mahdollisimman lähelle tyhjennettäviä keräysastioita.

Keräysreittien suunnitteluun on kehitetty useita sekä manuaalisia että tietokonepohjaisia menetelmiä. Tietokonepohjaiset menetelmät soveltuvat lähinnä suurten organisaatioiden käyttöön. Näiden menetelmien heikkoutena on se, että kaikkia reitinvalintoihin käytännössä liittyviä tärkeitä liikenteellisiä tekijöitä ei pystytä ottamaan huomioon. Manuaaliset menetelmät perustuvat erilaisiin tapoihin hahmottaa ja käsitellä verkon geometriaa. Käytettäviä tapoja ovat mm. vakiokuvioiden yhdistely, reitin alkua ja loppupisteen valintaan perustuva menettely sekä yleiset reitinvalintasäännöt. (RIL 1983)

Peavy ym. (1986) esittävät reittisuunnittelun nelivaiheisena tehtävänä. Ensimmäiseksi merkitään suurimittakaavaiseen keräysaluetta kuvaavaan karttaan jokaisen keräyspisteen sijainti, tyhjennettävien keräysvälineiden lukumäärä ja tyhjennystiheys. Toiseksi arvioidaan kerättävän jätteen määrä. Kolmanneksi tehdään luonnos keräysreitistä alkaen kuljetusajoneuvojen lähtöalueelta. Reitti suunnitellaan siten, että

viimeiseksi kerätään jäte alueelta, joka sijaitsee lähimpänä jätteiden sijoituspaikkaa. Neljäntenä vaiheena on reitin viimeistely. Reitin pituus mitataan ja tarkistetaan voidaanko suunnitellun reitin mukainen keräystyö hoitaa käytössä olevien työtuntien aikana.

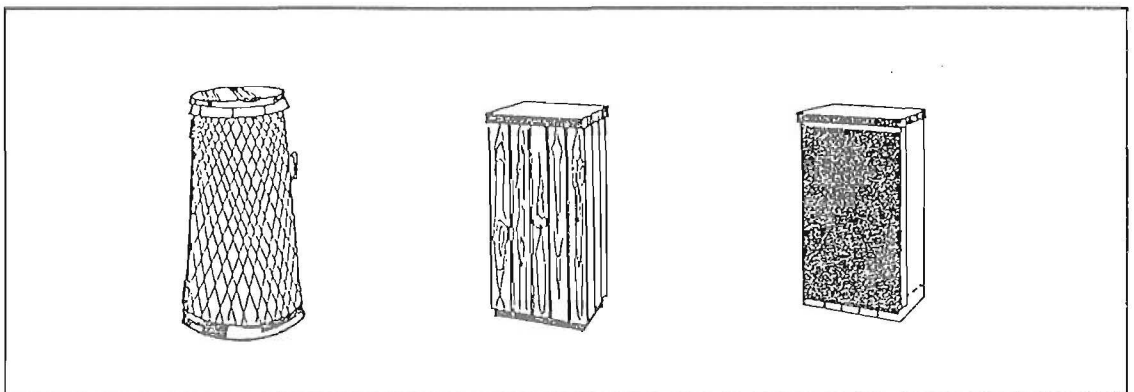
Reitin suunnittelussa ei ole vain yhtä oikeata ratkaisua ; tehtävä on tyypillinen " yritys ja erehdys" -menetelmällä ratkaistava käytännön tehtävä. Tärkeimmät tavoitteet ovat keräystyöajan minimoiminen, turvallisuuden maksimointi ja erilaisten häiriöiden välttäminen.

4 KOTITALOUSJÄTTEEN KERÄYS- JA KULJETUSKALUSTO

4.1 Jätteiden keräysvälineet ja -järjestelmät

4.1.1 Jätesäkit ja niiden säilytystelineet

Jätesäkki on kertakäyttöinen keräysväline, jonka käyttö edellyttää tätä tarkoitusta varten tehtyä telineettä. Jätesäkkien materiaalina käytetään polyeteenimuovia tai märkälujitettua voimapaperia. Jätesäkit soveltuvat parhaiten käytettäviksi pientalo- ja haja-asutusalueilla. Säkkien tilavuudet vaihtelevat 30 litrasta 380 litraan. Yleisimmin käytetään 150 ja 200 litran kokoja. Jätesäkit sijoitetaan kiinteistöllä jätesäkkilineeseen (kuva 24), joka suojaa säkkiä sateelta, tuulelta ja eläimiltä.

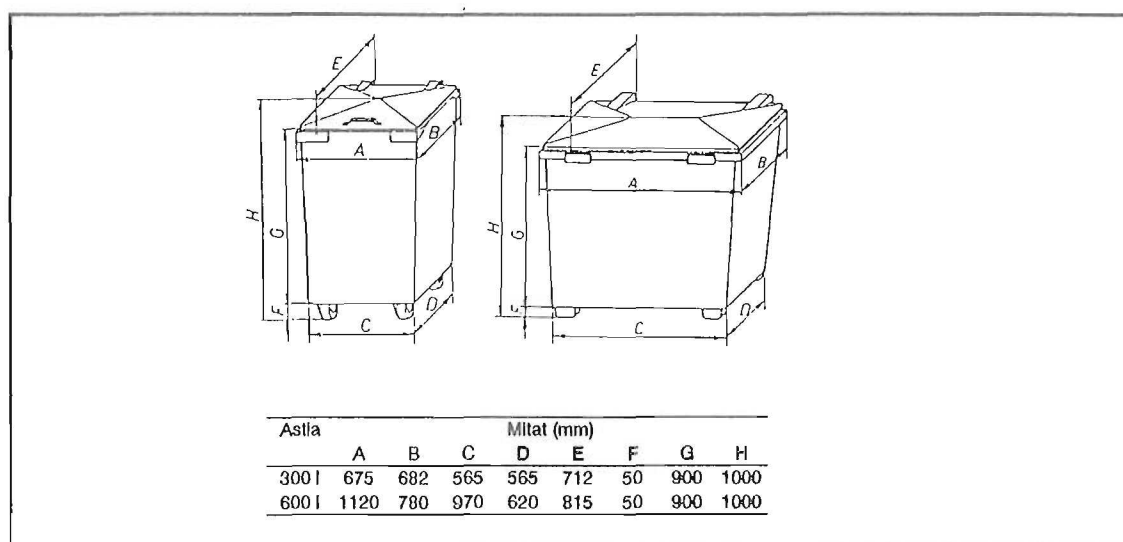


Kuva 24. Ulkokäyttöön tarkoitettuja jätesäkkilineitä. (RIL 1983)

Jätekuilullisissa asuintaloissa jätesäkkejä voidaan käyttää lajitellun jätteen keräysvälineenä, kun jätekuilun alapäässä jätehuoneessa käytetään jätesäkkikarusellia. Jätekarusellissa on oma säkkinsä kullekin jakeelle esim. kuivalle, polttokelpoiselle jätteelle, kompostoitavalle jätteelle ja sekalaiselle, lajittelemattomalle jätteelle. Jätekaruselli on aina automaattisesti sellaisessa asennossa, jossa jätteet putoavat lajittelemattoman jätteen säkkiin. Näin lajittelematon jäte ei pääse erehdyksessä lajitellun jätteen joukkoon. Laitettaessa kuiluun luukun kautta lajiteltua jätettä käännetään sähkökatkaisin osoittamaan kyseistä jätejakea, jolloin karuselli siirtää kuilun alle oikean säkin. Katkaisinta käännetään avaimella, jolloin avainta pois otettaessa karuselli palauttaa sekajätteen säkin kuilun alle. (Anon. 1992)

4.1.2 Jäteastiat

Koneelliseen kuormaukseen soveltuvia jäteastioita käytetään kerrostaloalueilla ja tiiviisti rakennetuilla pientaloalueilla. Astiat valmistetaan lasikuituvahvisteisesta polyesterimuovista, polyeteenimuovista, alumiinista tai kuumasinkitystä teräksestä. Kestävimpiä ja paloturvallisuuden kannalta parhaita ovat metalliastiat. Hinnan, painon ja meluttomuuden ansiosta muoviset jäteastiat ovat kuitenkin selvästi metalliastioita käytetympiä. Astioiden koot vaihtelevat 80 litrasta 660 litraan. Yleisimmin käytetään 600 litran astioita. Helpon liikuteltavuuden vuoksi tulisi suosia pyörillä varustettuja astioita. (RIL 1983) Jäteastiat suojataan usein jätekatoksella tai -aitauksella (ks. luku 3.3.5). Kuvassa 25 esitetään 300 ja 600 litran jäteastiat mittoineen.



Kuva 25. 300 ja 600 litran jäteastia mittoineen. (RIL 1983)

4.1.3 Jätesäiliöt

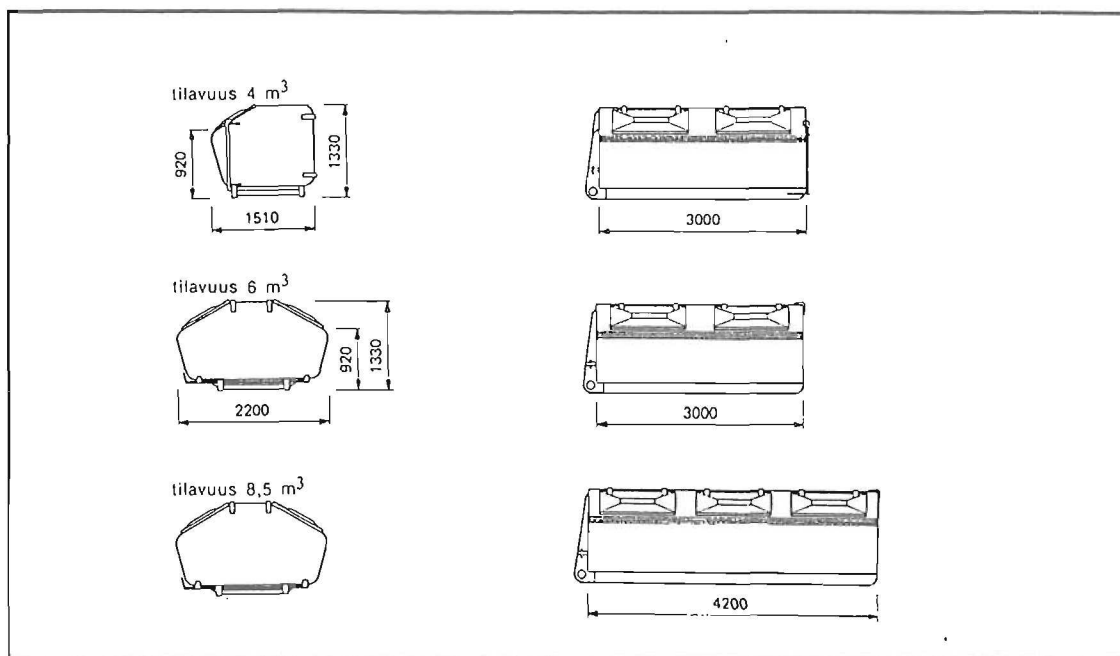
Jätesäiliöitä käytetään suuria jätemääriä tuottavilla kiinteistöillä, kuten kerrostalo-, teollisuus- ja liikekiinteistöillä. Jätesäiliöiden materiaalina käytetään yleensä terästä, mutta pienimpiä säiliökokoja on saatavana myös lasikuituvalmisteisina. (RIL 1983)

Säiliöt voidaan jakaa toimintaperiaatteensa mukaan kahteen ryhmään:

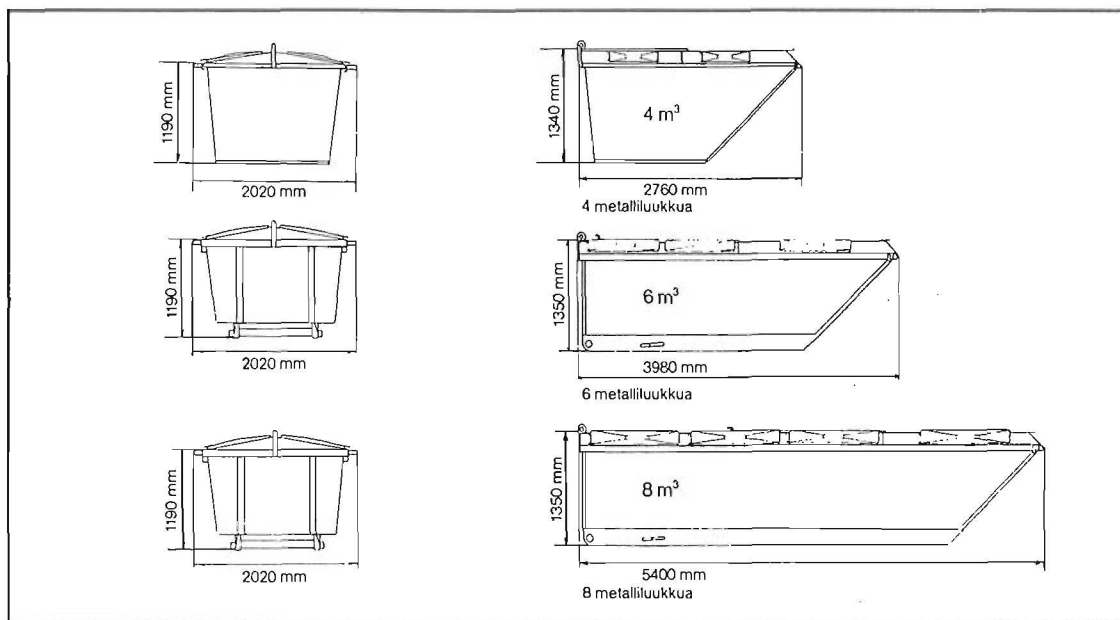
- vaihtolavasäiliöt
- konetyhjennyssäiliöt

Vaihtolavasäiliöt ovat yleensä tilavuudeltaan 4 - 14 m³, konetyhjennyssäiliöt puolestaan 4 - 8 m³.

Vaihtolavasäiliöt kuljetetaan kiinteistöltä vaihtolavalaittein varustetulla kuorma-autolla jätteenkäsittelypaikalle, säiliö tyhjennetään ja palautetaan samalle kiinteistölle tai viedään seuraavaan keräyspisteeseen. Kuljetuskustannusten pienentämiseksi kehitetyt konetyhjennyssäiliöt tyhjennetään kiinteistöllä jäteautoon. Kuvissa 26 ja 27 esitetään jätesäiliöiden mittoja.



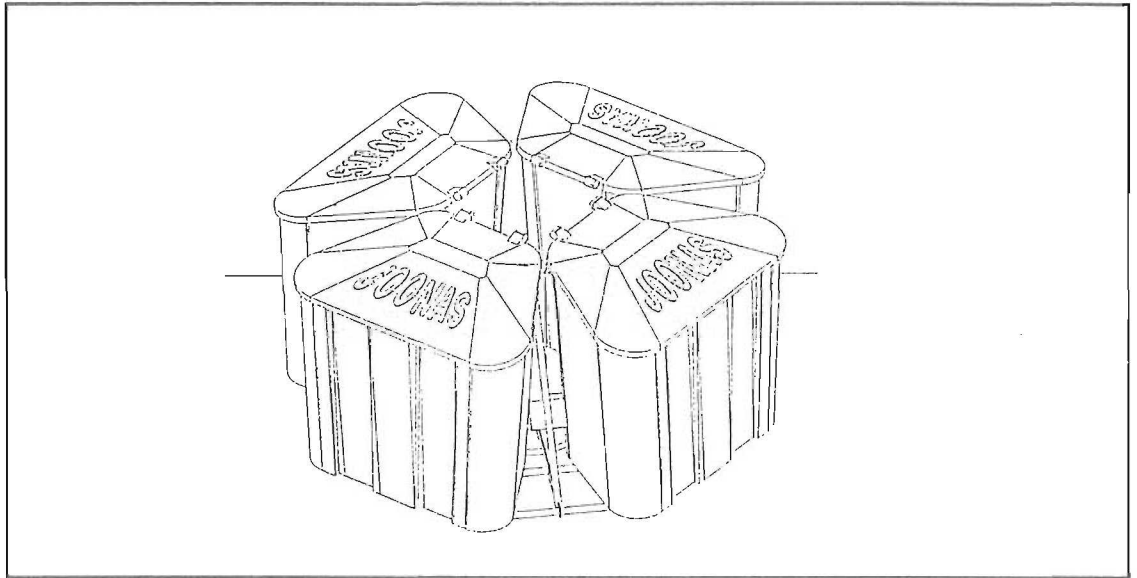
Kuva 26. Vaihtolasäiliöiden mittoja. (Hannonen-yhtiöt 1986)



Kuva 27. Konetyhjennyssäiliöiden mittoja. (Hannonen-yhtiöt 1986)

4.1.4 Ulkotiloissa käytettävä jätekaruselli

Lajitellun jätteen keräykseen on kehitetty kuvan 28 mukainen jätekaruselli. Karusellin astiat on sijoitettu pyörivään telineeseen, jota kääntämällä tarvittava jäteastia saadaan esiin käyttöä varten. Suojaamalla jätekaruselli katoksella siitä saadaan ympäristöönsä hyvin sopiva elementti (kuva 29). Karusellia on saatavana joko 4 tai 6 -astiaisenä. Astiat ovat tilavuudeltaan 600 litraa. (Siilomix Oy 1993)



Kuva 28. Jätekarusellin rakenne. (Siilomix Oy 1993)



Kuva 29. Jätekaruselli pihaympäristössä. (Siilomix Oy 1993)

4.1.5 Jätepuristimet

Kuljetustalouden parantamiseksi jätteiden tilavuutta pyritään pienentämään käyttämällä puristimia jätesäiliöiden yhteydessä. Puristinlaite voidaan asentaa joko säiliön sisälle tai säiliön ulkopuolelle kiinteästi käyttöpaikalleen.

Ensinmainitussa tyypissä säiliö puristinlaitteineen kuljetetaan vaihtolavalaittein varustetulla kuorma-autolla jätteenkäsittelypaikalle, missä säiliö tyhjennetään. Tämän tyyppisissä puristimissa puristusvoima on suhteellisen pieni, 60 - 100 kN, minkä takia ne on tarkoitettu etupäässä kevyelle jätteelle. Puristavien jätesäiliöiden koot vaihtelevat välillä 8 -20 m³. Niissä jäte tiivistyy puoleen tai kolmannekseen alkuperäisestä tilavuudesta. (RIL 1983)

Puristinlaite voidaan asentaa myös kiinteästi keräyspisteeseen. Tyhjennyksen yhteydessä kuljetetaan ainoastaan täyttynyt säiliö käsittelypaikalle. Kiinteiden puristimien puristusvoima on 150 - 500 kN, joten tällaisia laitteita voidaan käyttää myös jätteen siirto-kuormausaseman perusyksikkönä. Kiinteitä puristimia käytettäessä jäte tiivistyy jätteen laadusta riippuen suhteessa 1:3 - 1:5. (RIL 1983)

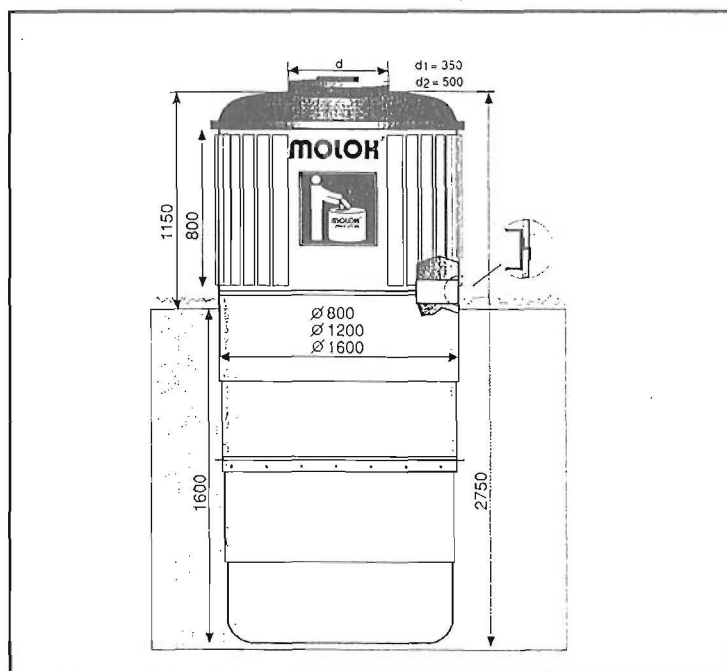
Kiinteistön kannattaa harkita jätepuristimen käyttöä, jos jätettä syntyy noin 10 m³ päivässä (Hannonen-yhtiöt 1986).

4.1.6 Molok-syväkeräysjärjestelmä

Perusrakenne

Perinteiset jätteiden keräysjärjestelmät perustuvat maanpinnalla oleviin keräysastioihin. Molok-syväkeräysjärjestelmässä keräyssäiliö upotetaan maahan. Säiliötä valmistetaan kolmea eri kokoa: 1300, 3000 ja 5000 litraa. (Molok Oy 1993)

Molokin perusrakenne koostuu tukikaivosta, nostosäiliöstä ja kertakäyttösäkistä. Tukikaivo upotetaan maahan noin 1,6 m:n syvyyteen. Sen maanpinnan yläpuolinen osa kansirakennelmineen on noin 1,1 metriä korkea. Tukikaivon ulkohalkaisija on säiliön koosta riippuen 800 - 1600 mm. Tukikaivon alarunko on polyeteenimuovia ja yläosa galvanoitua alumiinipeltiä. Täyttöaukollinen kansi on muotoonpuristettua polyeteenimuovia. Tukikaivon maanpäällinen osa voidaan vuorata lautaverhouksella. Säiliön yläreunaan kiinnitettävä nostosäiliö on pressumainen, muovitetusta kankaasta valmistettu säkki. Molokin perusrakenne esitetään kuvassa 30. (Molok Oy 1993)



Kuva 30. Molok-syväkeräyssäiliön perusrakenne. (Molok Oy 1993)

Syväkeräyssäiliön täyttö ja tyhjennys

Jätteet pudotetaan säiliöön lukittavan kannen keskellä olevasta luukullisesta täyttöaukosta. Säiliötä tyhjennettäessä kansi kokonaisuudessaan nostetaan sivuun. Nostosäiliö ja sen sisällä oleva täysinäinen kertakäyttösäkki nostetaan kaivosta esim. nivelpuominosturin avulla. Nostosäiliö kertakäyttösäkkeineen siirretään kuljetusauton lavan yläpuolelle. Nostosäiliön pohja avataan laukaisumekanismeilla, jolloin jätteet putoavat kertakäyttösäkkiin lavalle. Nostosäiliö ja uusi kertakäyttösäkki sijoitetaan tukikaivoon. Jätteet pysyvät kuljetuksen ajan kertakäyttösäkin sisällä, joten kuljetukseen voidaan käyttää avolavakalustoa. Käytettäessä syväkeräyssäiliötä paperinkeräykseen ei kertakäyttösäkkiä tarvita. Kuvasta 17 selviää Molok-säiliön tyhjennyksen periaate. (Molok Oy 1993)

Syväkeräysmenetelmän toimivuus jätteiden keräyksessä

Syväkeräysmenetelmän edut perustuvat säiliön syvyyteen (2,7 m) ja sen maahan upottamiseen.

Syvässä säiliössä jäte tiivistyy painovoiman vaikutuksesta. Kun kotitalousjätteen keskimääräinen tilavuuspaino 600 litran jäteastiassa on noin 100 kg/m^3 , on syväkeräyssäiliössä jätteen tilavuuspaino tiivistymisen ansiosta 150 - 200 kg/m^3 . Tiivistymiseen vaikuttaa oleellisesti aika, jonka jäte on ollut astiassa sekä kertyneen jätepatsaan korkeus. Testatussa Molok-astiassa sekajätteen tiivistymistä alkoi tapahtua vasta kolmannella viikolla, kun jätepatsaan korkeus oli noin 1,4 m. Jotta tiivistymistä tapahtuisi, tulisi säiliön tyhjennysvälin sekajätteellä olla vähintään kolme viikkoa. (Hietanen 1992)

Tavallisten jäteastioiden tyhjennysväli on lähinnä hajuhaittojen vuoksi yksi tai kaksi viikkoa. Maahankaivetussa Molokissa jäte pysyy viileänä, joten normaalia pidemmät tyhjennysvälit ovat mahdollisia. Kesällä säiliötä ei kuitenkaan pitäisi kerätä täyteen, vaan säiliö pitäisi tyhjentää ennen kuin jäte on saavuttanut maanpinnan tason. Muussa tapauksessa säiliö toimii tavallisen jäteastian tavoin eli jätteen lämpötila nousee korkeaksi. (Hietanen 1992)

Asuinalueiden jätteiden keräyksen lisäksi Molok-säiliöitä on Suomessa käytössä mm. tielaitoksen levähdysalueilla, venesatamissa, leirintäalueilla, puistoissa ja Lapin tunturi-alueilla.

4.1.7 Putkikuljetusjärjestelmät

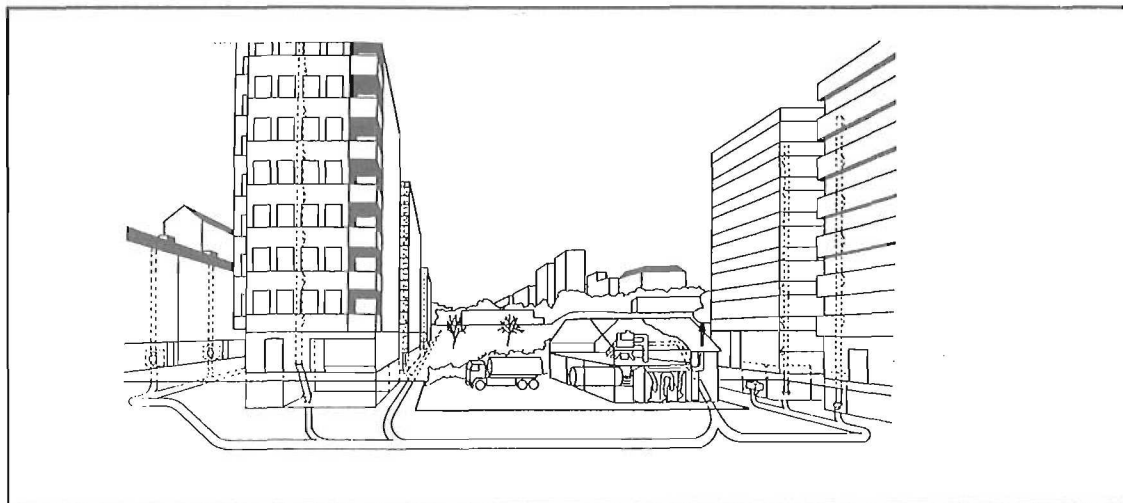
Putkikuljetusjärjestelmän etuihin kuuluvat hajuttomuus (mikäli on kyseessä alipaineella toimiva järjestelmä), esteettisyys, meluttomuus, hygieenisuus ja lähiliikenteen väheneminen. Putkikuljetus ei kuitenkaan sovi kaikille yhdyskuntajätteille mm. tukkeutumista vaaran vuoksi. (RIL1983)

Pneumaattinen putkikuljetusjärjestelmä

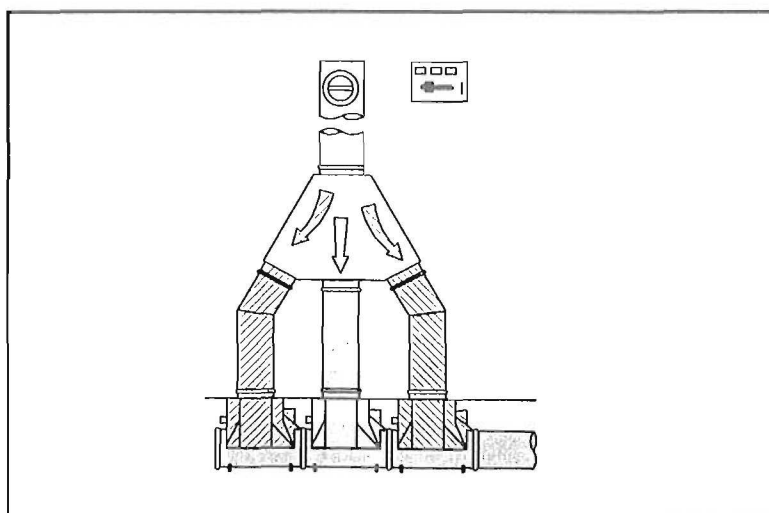
Pneumaattisen putkikuljetusjärjestelmän esimerkkinä kuvataan ruotsalaisen Centralsug AB:n asuinalueelle suunnittelemaa järjestelmää (kuva 31). Asukkaan jätekuiluun pudottama jät pussi kulkee kuljetusputkia pitkin alipaineella alueen jätekeskukseen, jossa jäte tiivistetään ja varastoidaan kuljetussäiliöön. Täytynyt säiliö kuljetetaan jäteenkäsittelypaikalle tyhjennettäväksi. Jäte voidaan myös murskata kunkin jätekuilun päässä ennen kuin jäte siirtyy kuljetusputkeen.

Pneumaattisessa putkikuljetuksessa kuljetusputket ovat teräs- tai betoniputkia halkaisijaltaan 200 - 600 mm riippuen käytetystä tekniikasta. (RIL 1983)

Pneumaattista putkikuljetusta voidaan käyttää myös lajitellun jätteen keräykseen, kun jätekuilu on alaostastaan jaettu haaroihin lajiteltavien jättejakeiden lukumäärän mukaisesti (kuva 32). Asukkaat säätävät avainta käyttämällä venttiiliä, joka edelleen ohjaa eri jättejakeet oikeaan haaraan. Tietokoneen avulla kukin jättejakee ohjataan kuljetusputkea pitkin oikeaan kuljetussäiliöön. (Centralsug AB 1991)



Kuva 31. Pneumaattinen putkikuljetusjärjestelmä. (Centralsug AB 1989)



Kuva 32. Lajitellun jätteen keräys putkikuljetuksena. (Centralsug AB 1991)

Ruuvikuljetusjärjestelmä

Pneumaattisen putkikuljetusjärjestelmän lisäksi on käytössä ruuvikuljetusjärjestelmä, jota on sovellettu myös asuntoalueen jätteiden jätehuoltoon. Jätteiden kuljetus tapahtuu tällöin keskiöttömän ruuvin avulla putkistossa, joka päättyy jätekeskukseen. Ruuvikuljettimen halkaisija on Ruotsissa käytössä olevissa sovelluksissa suuruudeltaan 350 mm ja putken sisämitta 460 mm. Ruuvi pyörii toiseen päähän asennetun moottorin avulla putken pohjalla. (RIL 1983, Paatero 1981)

4.1.8 Keräysvälineeseen sijoitettavan jätteen laatua koskevat rajoitukset

Ympäristönsuojelun ja jätehuoltotyöntekijöiden työsuojelun vuoksi keräysvälineisiin ei saa laittaa seuraavia jätteitä (Tampereen kaupungin jätehuoltomääräykset 1990, Ettala ym. 1987):

- palon tai räjähdysvaaraa aiheuttavia jätteitä, esim. räjähdysainejätteet, kuuma tai kytevä tuhka, herkästi syttyvät aineet
- ongelmajätteitä
- esineitä tai aineita, jotka saattavat vahingoittaa jätteenkuljetusajoneuvoa tai jätteenkeräysvälinettä tai jotka saattavat vaikeuttaa merkittävästi jätteen kuormausta taikka purkausta, esim. isokokoiset metalliesineet tai isohkot terävasärmäiset esineet
- esineitä tai aineita, jotka saattavat aiheuttaa vaaraa jätteen tuojalle, keräysvälineen käsittelijälle tai jätteenkäsittelypaikan henkilökunnalle, esim. irralliset terävät esineet ja kemikaalit
- sellaisia painavia aineita tai esineitä, jotka kohtuuttomasti vaikeuttavat jätteen kuormaamista, esim. hiekka, betoni ja kiviaines
- juoksevia nestemäisiä jätteitä

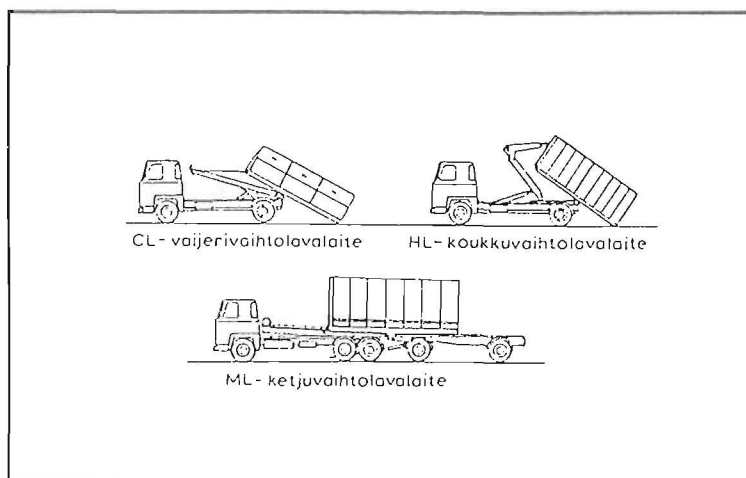
4.2 Jätteiden kuljetuskalusto

4.2.1 Vaihtolava-auto

Vaihtolava-auto koostuu varsinaisen alustan lisäksi alustalle asennetusta vaihtolavalaitteesta sekä vaihtolavalaitteella auton päälle vedettävästä vaihtokuormatilasta. Vaihtolavalaitteita voidaan asentaa sekä kaksi- että kolmiakselisten kuorma-autojen alustoille. (RIL 1983)

Vaihtolavamenetelmässä jättesäiliö kuljetetaan jätteenkäsittelypaikalle tyhjennettäväksi. Jättesäiliö tyhjennetään joko kippaamalla tai hydraulisesti toimivan purkauslevyn avulla. Tyhjennyksen jälkeen säiliö palautetaan samalle kiinteistölle tai viedään seuraavaan keräyspisteeseen. (RIL 1983)

Vaihtolavamenetelmistä käytetään Suomessa eniten vaijerilaittein varustettuja vaihtolava-autoja. Käytössä on myös kouku- ja ketjuvaihtolavalaittein varustettuja autoja. Kuvassa 33 esitetään Suomessa käytössä olevat erilaiset vaihtolavajärjestelmät. (RIL 1983)



Kuva 33. Käytössä olevat vaihtolavajärjestelmät. (RIL 1983)

4.2.2 Pakkaava jäteauto

Pakkaavaan eli puristavaan jäteautoon tyhjenetään jäteastioita ja konetyhjennys-säiliöitä. Jäteautoon voidaan kerätä myös jätessäkkejä. Pakkaavat jäteautot kuormataan joko manuaalisesti tai mekaanisesti. Täyttynyt jäteastia tyhjenetään mekaanisen kippauslaitteen avulla jäteauton kuormauskaukaloon, josta irtojäte puristetaan hydraulisen levypuristinlaitteen avulla jäteauton kuormatilaan. Jätessäiliöiden tyhjennys jäteautoon tapahtuu tavallisimmin jäteauton katolla olevan vintturin ja teräsköyden avulla. (Saarento 1985, Paatero 1981, Lahti 1980)

Jäteauton kuormatila asennetaan alustalle yleensä kiinteästi. Alusta voi olla tavanomainen kuorma-auton alusta tai erikoisrakenteinen alusta, jolloin on pyritty saavuttamaan paremmat ajo-ominaisuudet sekä jätahuoltohenkilöstön paremmat työolot. Jäteautojen kuormatilan koko vaihtelee 8 - 28 m³:n välillä, tavallisimman tilavuuden ollessa 15 m³. Jätteiden tiivistyssuhde on jätteen laadusta riippuen 1:3 - 1:5. Tavanomaisen jätteen tilavuuspaino puristavassa jäteautossa on tällöin 300 - 350 kg/m³. Jäteauton kuorma tyhjenetään jätteenkäsittelypaikalla hydraulisesti toimivan purkauslevyn avulla. (Lahti 1980, RIL 1983)

Edestä ja sivulta kuormattavat jäteautot

Suomessa yleisimmän takaa kuormattavan jäteauton lisäksi käytetään myös edestä ja sivulta kuormattavia jäteautoja.

Keski-Europaassa ja etenkin USA:ssa käytössä olevat edestä kuormattavat jäteautot ovat yleistyneet lähinnä alueilla, jotka ovat riittävän harvaan asuttuja ja joiden tieverkosto soveltuu melko raskaan ajoneuvon liikkumiseen. (RIL 1983) Edestä kuormattavia jäteautoja käytettäessä kuljettaja hoitaa jätetontin tyhjennyksen koneellisesti ohjaamosta käsin. Jätetontti nostetaan auton edestä nostohaarukoissa ohjaamon yli kuormaustilaan. Käytettävät kontit ovat kyseistä menetelmää varten suunniteltuja. Koska kuljettajan ei tarvitse poistua ohjaamosta, kuormausaika lyhenee. Lisäksi auto pystyy ottamaan kontit tyhjennykseen esim. katoksen alta. Menetelmä soveltuu erityisesti teollisuus-, yritys- ja liikekiinteistöille sekä muille kiinteistöille, joissa jätettä syntyy paljon. (Säkkiväline Oy 1992)

5 KERÄYKSEN JA KULJETUKSEN JÄRJESTELMÄ- VAIHTOEHTOJEN LASKENNALLINEN TARKASTELU

5.1 Tehtävän yleiskuvaus

Esimerkissä tarkastellaan Tampereen Hervannan kaupunginosaa esimerkkialueena käyttäen asumisesta peräisin olevan kotitalousjätteen keräys- ja kuljetusvaihtoehtojen kustannuksia.

Sekajätteen ja paperin keräyksen lisäksi tutkitaan biojätteen erilliskeräystä, jolloin kerättävät jätejakeet ovat bio- ja kuivajäte sekä paperi.

Perinteisen kiinteistökohtaisen keräyksen lisäksi tarkastellaan jätteiden kiinteistöryhmäkohtaista ja alueellista keräystä.

5.2 Tarkastelualue

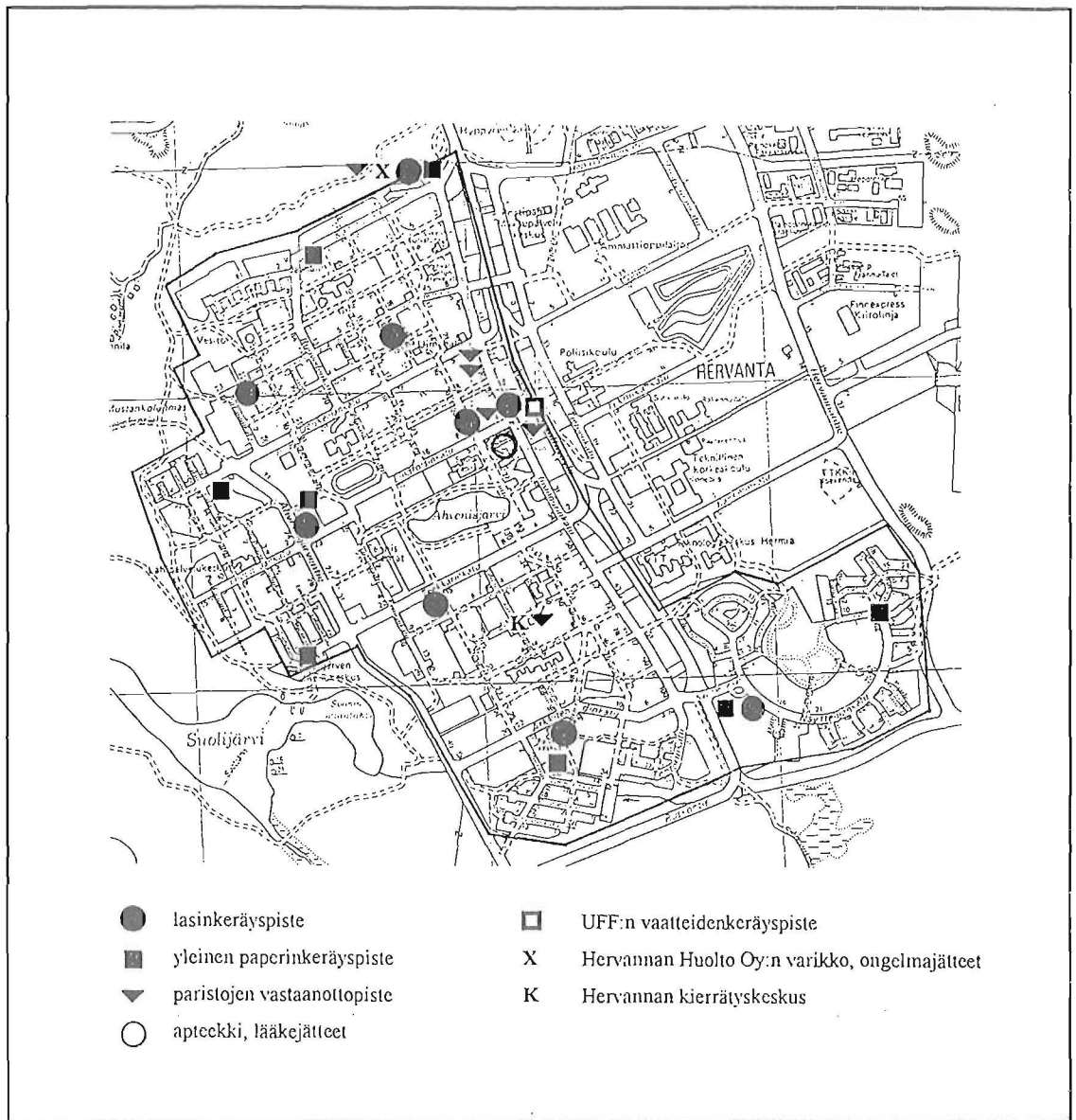
Hervanta on 20 vuoden ikäinen Tampereen kaupunginosa. Ensimmäiset asukkaat muuttivat alueelle vuonna 1973. Tällä hetkellä kotipaikkaoikeuden omaavia asukkaita on 21 000 henkeä. Lisäksi alueella asuu noin 3 500 muuta henkilöä opiskelija-asunnoissa ja yksityisissä vuokra-asunnoissa. Kokonaisvaikuttajaväestö on noin 24 500 henkeä. (Isoaho ja Jalo 1993)

Vuonna 1991 Hervannassa oli 10 180 asuntoa, joista 9 046 oli kerrostaloissa, 743 rivitaloissa ja 391 pientaloissa. Kotipaikkaoikeuden omaavien asukkaiden käytössä oli 9 000 asuntoa. Näistä asunnoista oli 3 000 yhden, 2 600 kahden, 1 550 kolmen ja 1 850 neljän tai useamman hengen asuntokuntia. (Isoaho ja Jalo 1993)

Laskentaesimerkin tarkastelualue on esitetty kuvassa 34. Kerros- ja rivitaloasuntoja tällä alueella on 10 039 kpl, joissa asuu 20 742 asukasta. Omakotitaloja esimerkki-alueella on 352, joissa asukkaita on yhteensä 1 335.

Hervannan asuinalueen pinta-ala on 3,5 km². Kerrostaloalueilla yleinen asemakaavan mukainen tonttitehokkuus on noin 1,2. Rivitaloalueilla tonttitehokkuus on noin 0,30 ja omakotitaloalueilla 0,25. (Jaakola 1993, Isoaho ja Jalo 1993)

Alueella on keskitetty kiinteistönhoitojärjestelmä, josta vastaa Hervannan Huolto Oy. Jätteiden keräys ja kuljetus on järjestetty sopimusperusteisesti Hervannan Huolto Oy:n ja Säkkipäline Puhdistusautot Oy:n välisellä sopimuksella. Alueella on kiinteistökohtainen paperinkeräys, lasinkeräyspisteitä ja kierrätyskeskus. Huoltoyhtiön varikolla otetaan vastaan romumateriaaleja. Ongelmajätteille on keskusta-alueella sijaitsevan huoltoaseman yhteydessä vastaanottopiste. Lisäksi alueella kiertää Repe-ympäristö-auto. (Isoaho ja Jalo 1993)



Kuva 34. Tarkastelualue.

5.3 Kustannuslaskennan lähtötiedot

5.3.1 Keräyspisteet

Laskentaesimerkissä jätteiden keräyspisteiden sijainnin vaikutusta keräys- ja kuljetuskustannuksiin tutkittiin sijoittamalla keräyspisteet asukkaisiin eli jätteiden tuottajiin nähden kolmelle eri etäisyydelle. *Kiinteistökohtaiseksi* keräystavaksi nimitettiin perinteinen keräystapa, jossa keräyspisteet ja niin ikään keräysvälineet sijaitsevat kiinteistöllä siten, että kullakin kerros-, rivi- ja omakotitalolla on oma jätteiden keräyspisteensä. *Kiinteistöryhmäkohtaisessa* keräyksessä yksi keräyspiste palvelee keskimäärin 2 - 4 kerrostaloa, 2 - 8 rivitaloa tai noin 5 omakotitaloa. Poikkeustapauksissa talojen koosta tai sijainnista johtuen voi yhtä kiinteistöryhmäkohtaista keräyspistettä käyttävien talojen lukumäärä poiketa edellä mainituista luvuista. *Aluekeräyksessä* useamman korttelin asukkaat vievät jätteensä yhteiseen keräyspisteeseen. Koska tässä keräystavassa matka kotitaloudesta keräysvälineelle saattaa olla useamman sadan metrin pituinen, käytettiin laskentaesimerkissä aluekeräystä ainoastaan paperinkeräykseen.

Keräys- ja kuljetuskustannuksia selvitettäessä käsiteltiin kerros- ja rivitaloja yhtenä keräysalueena. Asumismuodon erilaisuudesta johtuen omakotitalot erotettiin omaksi tarkastelualueekseen. Tutkittaessa alueellista paperinkeräystä yhdistettiin kerros-, rivi- ja omakotitalot yhdeksi keräysalueeksi.

Esimerkissä kiinteistökohtaiset keräyspisteet ovat tarkastelualueen nykytilanteen mukaisilla paikoilla. Kiinteistöryhmäkohtaisten ja alueellisten keräyspisteiden sijaintipaikat valittiin 1:2000 mittakaavaista karttaa käyttäen. Keräyspisteet pyrittiin sijoittamaan siten, että matka kustakin kotitaloudesta keräyspisteeseen olisi yhtä pitkä. Käytännössä saattaa keräyspisteen sijaintipaikan valinnan ratkaisevana tekijänä olla keräyspisteen koko; esimerkin keräyspisteissä voi olla lähes 20 kappaletta 600 litran jätetä. Näin suurille keräyspisteille voi tiivistä rakennetussa kerrostaloympäristössä olla vaikeata löytää sopivaa sijoituspaikkaa. Ulkonäöltäänkin näin suuri keräyspiste olisi melko raskas.

Jätteiden viennin keräyspisteisiin tulee olla asukkaille mahdollisimman vaivatonta. Siksi keräyspisteet sijoitettiin asukkaiden päivittäisten kulkureittien kuten kauppa-, työ- tai koulumatkojen varsille. Aluekeräyspisteiden luontevia sijoituspaikkoja ovat esimerkiksi pysäköintialueet.

Kiinteistökohtaisten, kiinteistöryhmäkohtaisten ja alueellisten keräyspisteiden sijainnista on esimerkki liitteissä 1, 2 ja 3.

Kiinteistökohtaiset keräyspisteet

Yksi kiinteistökohtainen keräyspiste palvelee pääsääntöisesti vain yhtä taloa. Joissakin tapauksissa kerros- ja rivitaloalueella on samaan taloyhtiöön kuuluvilla taloilla yhteinen keräyspiste.

Kerros- ja rivitaloalueella kiinteistökohtaisia keräyspisteitä muodostui 205 kpl, jolloin yhtä keräyspistettä käyttää keskimäärin 49 asuntoa ja 101 asukasta. Omakotitaloalueella kiinteistökohtaisia keräyspisteitä muodostui 343 kpl, jolloin yksi keräyspiste palvelee noin 4 asukasta.

Kiinteistöryhmäkohtaiset keräyspisteet

Kerros- ja rivitaloalueen kiinteistöryhmäkohtaisten keräyspisteiden lukumäärä on laskentaesimerkin mukaan 122 kpl. Tällöin yksi keräyspiste palvelee noin 82 asuntoa ja 170 asukasta. Omakotitaloalueella kiinteistöryhmäkohtaisia keräyspisteitä muodostui 66 kpl, jolloin keskimäärin 5 talon yhteensä 20 asukkaalla on käytössään yhteinen keräyspiste.

Aluekeräyspisteet

Laskentaesimerkin mukaisia alueellisia keräyspisteitä on koko tarkastelualueella yhteensä 44 kpl. Yhtä keräyspistettä kohden kerros-, rivi- ja omakotitaloja on 236 kpl ja asukkaita 501 kpl.

5.3.2 Keräysreitit

Esimerkissä kiinteistö- ja kiinteistöryhmäkohtaiselle sekä alueelliselle keräystavalle suunniteltiin kullekin oma jätteiden keräysreitinsä. Reittien suunnittelua varten tarkastelualue kierrettiin jalan ja samalla merkittiin karttapohjiin keräysajoneuvon kulkua rajoittavat liikennemerkkit, kapeat kulkuväylät ja muut ajoa rajoittavat tekijät. Keräysreitit piirrettiin kartalle. Kiinteistökohtaisessa keräystavassa keräysreitin pituudeksi saatiin kerros- ja rivitaloalueella noin 32 km ja kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä 27 km. Aluekeräyksessä reitin pituus oli noin 15 km. Omakotitaloalueella kiinteistökohtaisessa keräystavassa reitin pituudeksi saatiin 16 km ja kiinteistöryhmäkohtaisessa keräystavassa noin 15 km.

5.3.3 Laskentaesimerkin keräys- ja kuljetusvaihtoehdot

Laskentaesimerkissä käytetyt keräys- ja kuljetusvälinevaihtoehdot, tyhjennysvälit sekä keräystavat on esitetty taulukoissa 9 - 11.

Kerros- ja rivitaloalueen kaikkien jätejakeiden keräykseen sovellettiin esimerkissä sekä kiinteistökohtaista että kiinteistöryhmäkohtaista keräystapaa. Omakotitaloalueella muodostuvan biojätteen ja paperin keräykseen käytettiin esimerkissä ainoastaan kiinteistöryhmäkohtaista keräystapaa. Biojätteen ja paperin pienen ominaiskertymän ja suuren tilavuuspainon vuoksi ei niiden kiinteistökohtaisen keräyksen katsottu olevan perusteltu vaihtoehto. Alueellista keräystapaa tarkasteltiin ainoastaan paperin keräyksen osalta.

Laskentaesimerkissä keräysvälinetyypit ja niiden koko valittiin käyttäjien lukumäärän ja kerättävän jätejakeen kertymän sekä tilavuuspainon perusteella siten, että sopivalla tyhjennysvälillä keräysvälineiden tilavuus olisi mahdollisimman tehokkaasti käytössä. Biojätteen pienestä kertymästä ja suuresta tilavuuspainosta johtuen ei suurimpia astioita valittu biojätteen keräysvälineiksi. Molok-säiliöistä valittiin biojätteen keräykseen ainoastaan pienin 1300 litran säiliö. Pikakontin katsottiin olevan sen suuren tilavuuden vuoksi sopimaton biojätteen keräysvälineeksi. Molok-säiliöistä paperinkeräykseen valittiin käytettäväksi 1300 ja 3000 litran säiliökoot. Keräyspisteiden pienen käyttäjämäärän vuoksi ei esimerkissä omakotitaloalueella käytetty 5000 litran Molok-säiliöitä tai pikakontteja.

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös järjestelmää, jossa keräysvälineenä on kiinteistön koon perusteella joko pikakontti tai 600 litran jäteastia. 600 litran jäteastia valittiin esimerkissä lähinnä rivitalokiinteistöille. Näissä kiinteistöissä 600 litran astian valinta pikakontin sijasta on perusteltua, koska pieninkin 4 m³:n pikakontti olisi käyttäjämäärään verrattuna kohtuuttoman suuri.

Jätesäkkien ja -astioiden sekä pikakonttien keräysajoneuvoksi valittiin kuormatilaltaan 15 m³:n suuruinen pakkaava jäteauto, johon voidaan kuormata noin 5 500 kg jätettä. Molok-säiliöiden tyhjennykseen ja jätteen kuljetukseen valittiin nivelpuominosturilla varustettu korkealaitainen kuorma-auto, jonka lavatilavuus on noin 27 m³.

Taulukko 9. Esimerkissä tarkastellut kerros- ja rivitaloalueen keräys- ja kuljetusjärjestelmät.

AK- JA AR-TALOT

Jätejäte	Keräystapa**)	Keräysväline			Kuljetusväline	
		Tyyppi	Tilavuus	Tyhj.tiheys	Tyyppi	Kuormatil.
sekajäte	kk	jäteastia	600 l	2krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300, 3000 ja 5000 l	1krt/3vko	kuorma-auto	25 m ³
		pikakontti/jäteastia	4, 6 ja 8 m ³ /600 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
sekajäte	kr	jäteastia	600 l	2krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300, 3000 ja 5000 l	1krt/3vko	kuorma-auto	25 m ³
		pikakontti/jäteastia	4, 6 ja 8 m ³ /600 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
biojäte	kk	jäteastia	120 l ja 240 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		jäteastia	600 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
biojäte	kr	jäteastia	120, 240 ja 330 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		jäteastia	600 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300 l	1krt/2vko	kuorma-auto	20 m ³ *)
kuivajäte	kk	jäteastia	600 l	2krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300, 3000 ja 5000 l	1krt/3vko	kuorma-auto	25 m ³
		pikakontti/jäteastia	4, 6 ja 8 m ³ /600 l	1krt/2vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
kuivajäte	kr	jäteastia	600 l	2krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300, 3000 ja 5000 l	1krt/3vko	kuorma-auto	25 m ³
		pikakontti/jäteastia	4, 6 ja 8 m ³ /600 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
paperi	kk	jäteastia	600 l	1krt/2vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300 l ja 3000 l	1krt/6vko	kuorma-auto	25 m ³
		pikakontti/jäteastia	4, 6 ja 8 m ³ /600 l	1krt/2kk	pakkaava jäteauto	15 m ³
paperi	kr	jäteastia	600 l	1krt/2vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300 l ja 3000 l	1krt/3vko	kuorma-auto	25 m ³
		pikakontti/jäteastia	4, 6 ja 8 m ³ /600 l	1krt/kk	pakkaava jäteauto	15 m ³

*) Biojätettä kerätessä kuorman suurin sallittu tilavuus on 20 m³ johtuen biojätteen suuresta tilavuuspainosta.

**) Keräystavan lyhenteet: kk = kiinteistökohtainen keräys, kr = kiinteistöryhmäkohtainen keräys

Taulukko 10. Esimerkissä tarkastellut omakotitaloalueen keräys- ja kuljetusjärjestelmät.

AO-TALOT						
Jätejäte	Keräystapa**) Tyyppi	Keräysväline		Tyhj.tiheys	Kuljetusväline	
		Tyyppi	Tilavuus		Tyyppi	Kuormatil.
sekajäte	kk	jätesäkki	150 l ja 200 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
sekajäte	kr	jäteastia	600 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300 l ja 3000 l	1krt/3vko	kuorma-auto	25 m ³
bio	kr	jäteastia	120 l ja 240 l	*)	pakkaava jäteauto	15 m ³
kuivajäte	kk	jätesäkki	150 l ja 200 l	1krt/2vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
kuivajäte	kr	jäteastia	600 l	1krt/2vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300 l ja 3000 l	1krt/kk	kuorma-auto	25 m ³
paperi	kr	jäteastia	600 l	1krt/6vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300 l ja 3000 l	1krt/3kk	kuorma-auto	25 m ³

*) Kesällä tyhjennys kerran viikossa, talvella kerran kahdessa viikossa.

**) Keräystavan lyhenteet: kk = kiinteistökohtainen keräys, kr = kiinteistöryhmäkohtainen keräys

Taulukko 11. Esimerkissä tarkastellut alueellisen paperinkeräyksen keräys- ja kuljetusjärjestelmät.

AK-AR-AO- TALOT						
Jätejäte	Keräystapa	Keräysväline		Tyhj.tiheys	Kuljetusväline	
		Tyyppi	Tilavuus		Tyyppi	Kuormatil.
paperi	aluekeräys	jäteastia	600 l	1krt/vko	pakkaava jäteauto	15 m ³
		Molok-säiliö	1300 l ja 3000 l	1krt/2vko	kuorma-auto	25 m ³
		pikakontti/jäteastia	4, 6 ja 8 m ³ /600 l	1krt/2vko	kuorma-auto	25 m ³

Bio- ja kuivajätteen keräys lokeroidulla jäteautolla

Bio- ja kuivajätteen samanaikaisen keräyksen ja kuljetuksen eräänä vaihtoehtona tutkittiin kahteen lokeroon jaetun pakkaavan jäteauton käyttöä. Esimerkissä biojätteen keräykseen käytettiin 120 litran ja 240 litran jäteastioita ja kuivajätteen keräykseen 600 litran jäteastia. Jotta auton 15 m³:n kuormatila jätettä kerättäessä täyttyisi tasaisesti, varattiin laskentaesimerkissä biojätteelle 5 m³:n lokero ja kuivajätteelle 10 m³:n lokero.

Optisen lajittelun käyttö bio- ja kuivajätteen erotteluun

Laskentaesimerkin tarkasteluvaihtoehdoksi valittiin myös menetelmä, jossa bio- ja kuivajättepussien erottelu tapahtuu optisesti lajittelulaitoksessa. Menetelmää on kuvattu luvussa 3.6. Bio- ja kuivajätteen yhteiseksi keräysvälineeksi valittiin 600 litran jäteastia ja kuljetusvälineeksi tavallinen, kuormatilaltaan 15 m³:n suuruinen pakkaava jäteauto.

5.3.4 Jätejakeiden ominaiskertymät ja tilavuuspainot

Tarvittavien keräysvälineiden lukumäärän laskemiseksi selvitettiin eri jätejakeiden ominaiskertymät ja tilavuuspainot. Ominaiskertymille arvioidut minimi-, keskimääräiset ja maksimi-arvot sekä eri jätejakeiden tilavuuspainot erityyppisissä ja erikokoisissa keräysvälineissä esitetään taulukossa 12. Lukujen arviointi tehtiin käyttäen seuraavia lähteitä: Jätehuollon neuvottelukunta 1985 ja 1991, Paperinkeräys Oy 1991, Heinonen 1991, Heino 1992a, Halinen ja Juvonen 1990, Karjalainen 1991, Mäkilä ja Siipola 1992, RIL 1983, Lilja ja Paatero 1983, Juvonen ja Kaila 1986, Juvonen 1988 ja 1992, Roivainen 1992, Hietanen 1992.

Kerätessä seka- ja kuivajätettä jätteastioilla arvioitiin jätteen tilavuuspainon olevan tehokkaammasta astiaan sullomisesta johtuen pienemmässä jäteastiassa suuremman kuin jätteen tilavuuspainon suuremmassa astiassa.

Molok-syväkeräyssäiliöitä käytettäessä on jätteen tilavuuspaino jätteen tiivistymisen vaikutuksesta suurempi kuin perinteisiä keräysvälineitä käytettäessä. Tiivistyminen edellyttää kuitenkin, että jätepatsas säiliössä on riittävän korkea. Hietasen (1992) arvion mukaan tiivistyminen säiliössä alkaa, kun jätepatsaan korkeus on noin 1,4 m. Jätepatsaan korkeudella on merkitystä erityisesti kerätessä Molok-säiliöllä seka- tai kuivajätettä. Jotta tiivistymistä tapahtuisi, on tyhjennysväliksi arvioitu tarvittavan vähintään 3 viikkoa seka- ja kuivajätettä kerätessä. Sekajätteen osalta tyhjennysvälin pituutta saattaa rajoittaa mahdolliset hajuhaitat.

5.3.5 Keräysvälineiden lukumäärä

Esimerkkialueella tarvittavien keräysvälineiden lukumäärä laskettiin taulukkolaskenta-ohjelmaa käyttäen edellä kuvattujen lähtötietojen perusteella. Jättekertymien kausivaihtelu otettiin huomioon käyttämällä keräysvälineiden täyttöasteena 85 %:a.

Taulukko 12. Jätejakeiden ominaiskertymät ja tilavuuspainot. Ominaiskertymistä on esitetty arvioitunut minimi-, keskiarvo ja maksimi-arvot (min-ka-max).

Jätelaji	Keräysväline	Tilavuus	Tilavuuspaino (kg/m ³)	Jätelajin kertymä (kg/as/a)
sekajäte	jätesäkki	30 - 200 l	120	105-150-210 *)
	jäteastia	80 - 120 l	120	
		240 - 360 l	110	
		600 - 660 l	95	
	pikakontti	4, 6, 8 m ³	85	
	Molok-säiliö	1300, 3000, 5000 l	170	
biojäte	jätesäkki	30 - 200 l	350/300 **)	30-50-70
	jäteastia	80 - 660 l	350/300 **)	
	Molok-säiliö	1300 l	385	
kuivajäte	jätesäkki	30 - 200 l	105	75-100-140
	jäteastia	80 - 120 l	105	
		240 - 360 l	95	
		600 - 660 l	85	
	pikakontti	4, 6, 8 m ³	75	
	Molok-säiliö	1300, 3000, 5000 l	150	
paperi	jäteastia	80 - 660 l	200	35-45-60
	pikakontti	4, 6, 8 m ³	200	
	Molok-säiliö	1300, 3000 l	270	

*) Ilman keräyskelpoista paperia.

**) Pienempää tilavuuspainoa on käytetty omakotitaloalueella siellä muodostuvasta kevyestä puutarhajätteestä johtuen.

5.4 Kustannuslaskennan kulku

5.4.1 Yleisselvitys

Jätteiden keräys- ja kuljetustyön kustannusten laskenta aloitettiin selvittämällä keräykseen ja kuljetukseen kuluva aika. *Keräystyöaikaa* käytettiin ajoneuvokustannusten ja kuljettajan palkkakustannusten eli *henkilötyökustannusten* määrittämisessä. *Keräyspistekustannukset* muodostuvat jätekatoksen rakennus- ja huoltokustannuksista sekä omakotitaloalueella käytettävien jätesäkkilaineiden hankintakustannuksista. *Astiakustannuksiin* luettiin astioiden hankinnasta aiheutuvien kustannusten lisäksi asennuskustannukset, kertakäyttöisten säkkien hankintakustannukset ja biojäteastioiden pesusta aiheutuvat huoltokustannukset. *Ajoneuvokustannukset* koostuivat ajoneuvon hankinnasta aiheutuvien pääomakustannusten lisäksi poltto- ja voiteluainekustannuksista, huolto- ja korjauskustannuksista, rengaskustannuksista, vakuutus- ja liikennöimismaksuista sekä hallinto- ja ylläpitokustannuksista. Optisen lajittelun aiheuttamaa kustannusta tarkasteltiin omana kokonaisuutenaan.

Kustannukset laskettiin vuosikustannuksina (mk/a). Liitteissä 10 - 29 esitetään yhteenvedot laskentaesimerkissä tarkasteltujen keräys- ja kuljetusjärjestelmien kustannuksista.

5.4.2 Keräystyoaika

Keräystyoaika (T) saadaan kertomalla keräyspäivien lukumäärä (D) työpäivän pituudella (t_d) (kaava 1).

$$T = D \times t_d \quad (1)$$

Keräyspäivien lukumäärä (D) laskettiin kaavan 2 avulla.

$$D \times t_d = \frac{h \times (T_z + T_l + T_r + T_t + T_p + T_v)}{60}$$

$$D = \frac{h \times (T_z + T_l + T_r + T_t + T_p)}{2 \times (30 \times t_d - h \times t_v)} \quad , \quad \text{missä } t_v = \frac{s_v}{v_t} \quad (2)$$

Keräyksen ja kuljetuksen osatyöajat (min/a) ovat seuraavat:

- astioiden tyhjennysaika (T_z)
- tyhjennysten valmistelu-aika (T_l)
- ajoaika keräysalueella (T_r)
- ajoaika keräysalueelta kuorman tyhjennyspaikalle ja takaisin (T_t)
- kuormien purkuaika (T_p)
- ajoaika varikolta keräysalueelle ja takaisin (T_v)
- hukka-aika, kerroin h

Osatyöajat on laskettu kaavojen 3a - 3f avulla.

$$T_z = t_z \times z \times e \quad (3a)$$

$$T_l = t_l \times n \times e \quad (3b)$$

$$T_r = \frac{s_r \times e}{v_r} \quad (3c)$$

$$T_t = \frac{2 \times s_t \times K}{v_t} \quad , \quad \text{missä } K = \frac{W}{m} \text{ tai } K = \frac{V}{V_k} \quad (3d)$$

$$T_p = t_p \times K \quad (3e)$$

$$T_v = \frac{D \times 2 \times s_v}{v_t} \quad (3f)$$

Vuotuiset ajokilometrit ($S_{\text{yht.}}$) koostuvat keräysalueella ajetusta matkasta (S_r), tauoilla ajetusta matkasta (S_h), ajosta varikolta keräysalueelle ja takaisin (S_v) sekä ajosta keräysalueelta tyhjennyspaikalle ja takaisin (S_t). Osa-ajokilometrit on laskettu kaavojen 4a - 4d avulla.

$$S_r = s_r \times e \quad (4a)$$

$$S_h = s_h \times D \quad (4b)$$

$$S_v = s_v \times 2 \times D \quad (4c)$$

$$S_t = s_t \times 2 \times K \quad (4d)$$

Taulukosta 13 selviää kaavoissa 1 - 4 käytettyjen symbolien selitykset ja niiden lukuarvot eri vaihtoehdoissa sekä lukuarvojen lähteet. Taulukossa esitetty astian tyhjennysaika 2-lokeroautoon (95 s) tarkoittaa bio- ja kuivajäteastioiden samanaikaiseen kuormaamiseen kuluvaa aikaa. Lokeroauton kuorman on ajateltu jakautuvan siten, että biojätteen maksimipaino olisi 2 000 kg ja kuivajätteen 3 500 kg. Esitetty tyhjennyksen valmistelu-aika sisältää kuljettajan laskeutumisen autosta ja nousun takaisin autoon, kävelyn keräysvälineiden luokse sekä tyhjennyksessä tarvittavien apuvälineiden esilleoton. Hukka-aika puolestaan sisältää lakisääteiset tauot, ajon ruoka- ja kahvitauoille, auton päivittäisen huollon, auton ajon tallista ja talliin, henkilökohtaisen järjestelyajan sekä työstä, työntekijästä tai ulkoisista tekijöistä johtuvat häiriöt. Esimerkissä Molok-säiliöiden tyhjennykseen käytettävän kuorma-auton kuormatilavuus on 25 m³, paitsi biojätteelle sen suuren tilavuuspainon vuoksi 20 m³.

Keräystyöajan laskennasta on liitteenä 4 esimerkki, joka kuvaa kerros- ja rivitaloalueen sekajätteen kiinteistökohtaista keräystä, kun keräysvälineenä on 600 litran jäteastia ja kuljetusajoneuvona pakkaava jäteauto.

Taulukko 13. Kaavoissa 1 - 4 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
td	työpäivän pituus		16 h	
tz	astian tyhjennysaika	jätesäkki	36 s	RIL 1983
		jäteastia 120-330 l	36 s	RIL 1983
		jäteastia 600 l	50 s	RIL 1983
		pikakontti	5 min	Jokinen 1993
		Molok-säiliö	6 min	Salli 1993
		tyhjennys 2-lokeroautoon	95 s	arvio
z	astioiden lkm		*)	
e	tyhjennystiheys		*)	
tl	tyhjennyksen valmisteluaika	jätesäkki	24 s	RIL 1983
		jäteastia 120-330 l	24 s	RIL 1983
		jäteastia 600 l	40 s	RIL 1983
		pikakontti	40 s	Jokinen 1993
		Molok-säiliö	2 min	Salli 1993
n	keräyspisteiden lkm	kiinteistökoht. keräys	205 kpl	
		kerros- ja rivitalot	122 kpl	
n	keräyspisteiden lkm	kiinteistökoht. keräys	343 kpl	
		omakotitalot	66 kpl	
n	keräyspisteiden lkm	aluekeräys	44 kpl	
sr	keräysreitit pituus	kiinteistökoht. keräys	32 km	
		kerros- ja rivitalot	27 km	
sr	keräysreitit pituus	kiinteistökoht. keräys	16 km	
		omakotitalot	15 km	
sr	keräysreitit pituus	aluekeräys	15 km	
vr	ajonopeus keräysalueella	pakkaava jäteauto	20 km/h	arvio
		2-lokeroauto	20 km/h	arvio
		kuorma-auto	25 km/h	arvio
st	etäisyys tyhjennyspaikalle		15 km	
K	kuormien lkm		*)	
W	kokonaisjättemäärä (kg/a)		*)	
m	kuorman sallittu paino	pakkaava jäteauto	5500 kg	
		lokeroauto	5500 kg	
V	kokonaisjättemäärä (m ³ /a)		*)	
Vk	kuorman sallittu tilavuus	kuorma-auto	25 m ³	
vt	ajonopeus keräysalueen ulkop.	pakkaava jäteauto	50 km/h	arvio
		2-lokeroauto	50 km/h	arvio
		kuorma-auto	50 km/h	arvio
tp	kuorman purkuaika	pakkaava jäteauto	8 min	RIL 1983
		2-lokeroauto	14 min	arvio
		kuorma-auto	5 min	arvio
sv	etäisyys keräysalue-varikko		2,5 km	
h	hukka-aika -kerroin		1,15	RIL 1983
sh	taukokilometrit/keräyspäivä		6 km	

*) arvo riippuu keräys- ja kuljetusvaihtoehdosta ja/tai jättejakeesta

5.4.3 Keräyspistekustannus

Keräyspistekustannuksella tarkoitetaan jäteastioiden suojana käytettävän jätekatoksen rakennus- ja huoltokustannuksia sekä omakotitaloalueella jätesäkkien yhteydessä käytettävien jätesäkkilaineiden hankintakustannuksia. Keräyspisteissä olevien astioiden kustannuksia tarkastellaan omana ryhmänään luvussa 5.4.4.

Esimerkissä jätekatoksen investointikustannus (h_k) laskettiin kaavan 5a avulla ja muutettiin vuosipääomakustannukseksi (H_{ki}) annuiteettimenetelmällä kaavaa 5b käyttäen. Taulukossa 14 esitetään laskennassa käytetyt arvot.

$$h_k = z \times V_a \times h_r \quad (5a)$$

$$H_{ki} = h_k \times i \quad (5b)$$

Taulukko 14. Kaavoissa 5 ja 6 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
z	astioiden lkm		*)	
Va	jäteastian tilantarve	jäteastia 600 l	2,5 m ²	Hannonen-yhtiöt 1986
		jäteastia 120, 240 ja 330 l	1,2 m ²	arvio
hr	rakennuskustannus		980 mk/m ²	Haahtela ja Kiiras 1993
i	annuiteettikerroin		0,1168	
	katoksen pitoaika		15 a	Pöllänen 1993
	korko		8%	
hh	katoksen huoltokust.		500 mk/a	Pöllänen 1993
n	keräyspisteiden lkm		**)	

*) arvo riippuu keräys- ja kuljetusvaihtoehdosta

**) arvo riippuu keräysalueesta ja -tavasta

Katoksen maalaamisesta ja rikkoutuneen laudoituksen uusimisesta ym. huoltotehtävistä arvioitiin aiheutuvan vuodessa noin 500 mk kustannukset katosta kohden. Huollosta aiheutuva vuosikustannus laskettiin kaavan 6 avulla.

$$H_h = n \times h_h \quad (6)$$

Huollosta aiheutuva kustannus kohdistettiin tarkasteltavaan jätejakeeseen kertomalla huollon vuosikustannus jyvityskertoimella (J), joka laskettiin jakamalla tarkasteltavan jätejakeen tilavuudeksi muutettu vuosikertymä kaikkien kerättävien jätejakeiden vuositilavuuskertymällä.

Katoksen investointikustannus on laskettu jätejakeen keskiarvokertymän perusteella saadun astialukumäärän mukaan.

Laskentaesimerkissä omakotitaloalueella käytettiin 200 litran jätessäkeille tarkoitettuja sinkitystä teräslevystä rakennettuja jätessäkkilaineita.

Säkkilaineen aiheuttama vuosipääomakustannus (H_{ki}) laskettiin kaavan 7 avulla. Käytetyt arvot on esitetty taulukossa 15.

$$H_{ki} = n \times h_k \times i \quad (7)$$

Taulukko 15. Kaavassa 7 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
n	keräyspisteiden lkm	kiinteistökoht.keräys kiinteistöryhmäkoht.keräys	343 kpl 66 kpl	
h _k	jätessäkkilaineen hinta		280 mk	tuotehinnastot
i	annuiteettikerroin		0,1168	
	telineen pitoaika		15 a	arvio
	korko		8%	

Liitteessä 5 esitetään esimerkki keräyspistekustannusten laskennasta jätekatosta ja jätessäkkilainetta käytettäessä.

5.4.4 Astiakustannus

Astiakustannuksiin (H_a) luetaan astioiden hankinnasta ja asennuksesta aiheutuvat pääomakustannukset (H_{ai}), kertakäyttöisten säkkien hankintakustannukset (H_s) ja astioiden pesukustannukset (H_h). Asennuskustannuksella tarkoitetaan Molok-säiliön maahan upottamisesta aiheutuvaa kustannusta.

Astiakustannusten H_a selvittämiseen on käytetty kaavoja 8 ja 9a - 9c.

$$H_a = H_{ai} + H_s + H_h \quad (8)$$

$$H_{ai} = \{z \times (h_a + h_{as})\} \times i \quad (9a)$$

$$H_s = z \times e \times h_s \quad (9b)$$

$$H_h = h_h \times z \quad (9c)$$

Taulukossa 16 esitetään kaavoissa käytetyt symbolit, niiden selitykset ja lukuarvot. Liitteessä 6 on esimerkki astiakustannusten laskennasta. Tässä tarkastelussa astioiden hankintahintana on käytetty tuotehinnastoissa ilmoitettuja tietoja. Käytännössä, mikäli kerralla hankitaan suurempi astiamäärä, voi hankintahinta olla jopa 50 % pienempi kuin tuotehinnastossa. Koska alennuksen suuruus on kuitenkin hyvin astiatyyppisidonnainen, ei alennusta tässä tutkimuksessa huomioitu ; tämä olisi johtanut erittäin spekulatiivisiin tarkasteluihin.

Taulukko 16. Kaavoissa 8 ja 9 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
z	astioiden lkm		*)	
ha	astian hankintahinta	jäteastia 120 l 1)	390 mk	tuotehinnastot
		jäteastia 240 l 1)	490 mk	tuotehinnastot
		jäteastia 330 l 1)	670 mk	tuotehinnastot
		jäteastia 600 l 1)	1 400 mk	tuotehinnastot
		Molok-säiliö 1300 l	6 585 mk	Molok Oy 1993
		Molok-säiliö 3000 l	8 769 mk	Molok Oy 1993
		Molok-säiliö 5000 l	11 346 mk	Molok Oy 1993
		pikakontti 4 m ³	5 500 mk	tuotehinnastot
		pikakontti 6 m ³	7 600 mk	tuotehinnastot
		pikakontti 8 m ³	10 000 mk	tuotehinnastot
has	asennuskustannus	Molok-säiliöt	1 000 mk	Salli 1993
i	annuiteettikerroin	jäteastiat	0,2983	
	astian pitoaika		5a	Jokinen 1993
	korko		15%	
i	annuiteettikerroin	Molok-säiliöt	0,1168	
	astian pitoaika		15a	Salli 1993
	korko		8%	
i	annuiteettikerroin	pikakontit	0,149	
	astian pitoaika		10a	Jokinen 1993
	korko		8%	
e	tyhjennystiheys (kpl/a)		*)	
hs	jätesäkin hinta	150 l (muovinen)	1,46 mk/kpl	tuotehinnastot
		200 l (muovinen)	1,65 mk/kpl	tuotehinnastot
		Molok-säiliö 1300 l 2)	25 mk	Molok Oy 1993
		Molok-säiliö 3000 l 2)	28 mk	Molok Oy 1993
		Molok-säiliö 5000 l 2)	42 mk	Molok Oy 1993
hh	pesukustannus 3)	jäteastia 120/240/330 l	144 mk/astia/a	arvio
		jäteastia 600 l	180 mk/astia/a	arvio

*) arvo riippuu keräys- ja kuljetusvaihtoehdosta

1) pyörällinen muoviastia

2) Jätesäkillä tarkoitetaan säiliöön sijoitettavaa kertakäyttöistä säkkiä.

3) Astian pesukustannuksella tarkoitetaan biojäteastioiden pesua. 600 litran astian pesukustannukseksi arvioitiin 15 mk/astia ja pienempien jäteastioiden pesukustannukseksi 12 mk/astia. Hajuhaittojen ehkäisemiseksi astiat oletetaan pestävän kerran kuussa.

5.4.5 Keräysajoneuvokustannusten laskentaperusteet

Keräysajoneuvokustannusten laskentaa varten selvitettiin seuraavat laskentatekijät (Mäntynen 1993, Koskelainen 1993):

- ajoneuvon valinta, hankintahinta sekä pitoaika
- vuotuinen ajosuorite
- polttoaineen kulutus
- renkaiden kestoikä

Ajoneuvon kuljettajan palkkakustannukset on käsitelty omana kokonaisuutenaan luvussa 5.4.7.

Ajoneuvon valinta, hankintahinta sekä pitoaika

Laskentaesimerkissä valittiin pakkaava jäteauto seka-, bio- ja kuivajätteen sekä paperin keräysajoneuvoksi, kun keräysvälineenä käytettiin jätessäkkejä, jäteastioita tai pikakontteja. Molok-säiliöille keräysajoneuvoksi valittiin nivelpuominosturilla varustettu kuorma-auto. Bio- ja kuivajätteen keräyksessä ja kuljetuksessa käytettiin myös 2-lokeroista pakkaavaa jäteautoa. Ajoneuvojen hankintahinnat esitetään taulukossa 17.

Ajoneuvon taloudellinen pitoaika riippuu mm. kuljetusolosuhteista ja ajoneuvon tekniselle toiminnalle asetettavista vaatimuksista. Pitoajan arviointi perustuu yleensä aikaisempaan kokemukseen. Laskentakauden jälkeen ajoneuvo vaihdetaan uuteen tai se siirretään kevyempään kuljetustehtävään. (Koskelainen 1993) Laskentaesimerkissä käytettyjen ajoneuvojen pitoajat esitetään taulukossa 17.

Vuotuinen ajosuorite

Laskentaesimerkissä vuotuinen ajosuorite (km/a) koostuu keräysalueella ajetusta matkasta, tauoilla ajetusta matkasta, ajosta varikolta keräysalueelle ja takaisin sekä ajosta keräysalueelta tyhjennyspaikalle ja takaisin. (ks. luku 5.4.2)

Polttoaineen kulutus

Polttoaineen kulutus on riippuvainen mm. kuljetustehtävän laadusta, ajo-olosuhteista, ajoneuvotekniikasta ja renkaista. Pakkaavan jäteauton polttoaineen kulutus on 7 - 9 l/h tai 45 - 55 l/100 km. (Koskelainen 1993) Esimerkissä käytetyt polttoaineen kulutuksen arvot esitetään taulukossa 18.

Renkaiden kestoikä

Renkaiden kestoikä riippuu useista eri tekijöistä kuten ajo-olosuhteista, kokonaispainosta, ajonopeudesta, renkaiden tyypistä ja ilmanpaineesta, ajotavasta sekä tienpinnan tyypistä. Jätteenkuljetuksessa renkaat ovat vaurioalttiita. Kaatopaikoilla pistot ja keräyksessä renkaan rungon rasitus lyhentävät renkaiden kestoikää. Kustannuslaskennassa renkaiden pinnoituskustannuksia ei yleensä oteta huomioon, koska keskimäärin rengas on pinnoituskelvoton ennen kuin kulutuspinta on loppuunkäytetty. Pakkaavan jäteauton renkaiden kestoikä on noin 30 000 km. (Mäntynen 1993, Koskelainen 1993) Esimerkissä käytettyjen ajoneuvojen renkaiden kestoikien arvot esitetään taulukossa 20.

5.4.6 Keräysajoneuvokustannuslaskenta

Keräysajoneuvokustannukset koostuvat muuttuvista ja kiinteistä kustannuksista. Muuttuviksi kustannuksiksi kutsutaan niitä osakustannuksia, jotka syntyvät pääasiallisesti silloin, kun ajoneuvolla ajetaan. Kiinteisiin kustannuksiin kuuluvat kaikki sellaiset kustannukset, jotka eivät yleensä muutu ajosuoritteen muutosten mukaan. Muuttuvat ja kiinteät kustannukset muodostuvat seuraavista osakustannuksista (Mäntynen 1993):

Muuttuvat kustannukset

- polttoainekustannukset
- voiteluainekustannukset
- korjaus- ja huoltokustannukset
- rengaskustannukset

Kiinteät kustannukset

- pääomakustannukset
- vakuutusmaksut
- liikennöimismaksut
- ylläpitokustannukset
- hallintokustannukset
- korvaukseton ajo

Keräysajoneuvokustannusten laskennasta esitetään esimerkki liitteessä 7.

Vuosipääomakustannus (H_{ni})

Ajoneuvon hankkimisesta aiheutuvia pääomakustannuksia laskettaessa on otettava huomioon, että esimerkkialueen keräys- ja kuljetustyön hoitamiseen kuluu ainoastaan osa vuodessa käytettävissä olevista työtunneista. Jäljelle jäävänä työaikana ajoneuvolla voidaan hoitaa jonkin toisen keräysalueen jätteiden keräys- ja kuljetustyötä tai muuta kuljetustyötä. Esimerkkialueen jätteiden keräyksen ja kuljetuksen aiheuttama osuus ajoneuvon hankintakustannuksista saatiin selville kertomalla vuosipääomakustannus ajoneuvotarpeella. Ajoneuvotarve (J) laskettiin jakamalla esimerkkialueen jätteiden keräyksen ja kuljetuksen keräystyöaika (T) vuoden työtuntien määrällä (kaava 10). Kaksivuorotyössä 250 työpäivän mukaan laskettuna on työtunteja vuodessa 4000 h.

$$J = \frac{T}{250 \times t_d}, \text{ missä } t_d = \text{työpäivän pituus} \quad (10)$$

Ajoneuvotarve on otettava huomioon myös huolto- ja korjauskustannusten sekä vakuutus- ja liikennöimismaksujen yhteydessä.

Ajoneuvon hankinnasta aiheutuva kustannus muutettiin vuosipääomakustannukseksi (H_{ni}) annuiteettimenetelmällä. Ajoneuvolle arvioitiin jäännösarvo (h_j). Vuosipääomakustannus laskettiin kaavan 11 mukaisesti. Taulukossa 17 esitetään käytetyt lukuarvot.

$$H_{ni} = (h_n - h_j) \times i \times J \quad (11)$$

Taulukko 17. Kaavassa 11 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
hn	hankintahinta	pakkaava jäteauto	850 000 mk	Suomen Jhliitto 1992
		pakkaava 2-lokeroauto	950 000 mk	Flaaming 1993
		kuorma-auto nosturilla	600 000 mk	
hj	jäännösarvo	pakkaava jäteauto	130 000 mk	arvio
		pakkaava 2-lokeroauto	130 000 mk	arvio
		kuorma-auto	130 000 mk	arvio
i	annuiteettikerroin ajoneuvon pitoaika korko	pakkaava jäteauto	0,2983	Koskelainen 1993
			5a	
			15%	
i	annuiteettikerroin ajoneuvon pitoaika korko	pakkaava 2-lokeroauto	0,2983	arvio
			5a	
			15%	
i	annuiteettikerroin ajoneuvon pitoaika korko	kuorma-auto nosturilla	0,2642	arvio
			6a	
			15%	
J	ajoneuvotarve		*)	

*) arvo riippuu keräys- ja kuljetusvaihtoehdosta

Polttoainekustannus (H_p)

Polttoainekustannus (mk/a) on esimerkissä laskettu kaavan 12 mukaisesti.

$$H_p = T \times p \times h_p \quad (12)$$

Taulukko 18. Kaavassa 12 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
T	keräystyoaika		*)	
p	polttoaineen kulutus	pakkaava jäteauto	8 l/h	Koskelainen 1993
		pakkaava 2-lokeroauto	8 l/h	arvio
		kuorma-auto	6 l/h	arvio
hp	dieselpolttoaineen hinta		3 mk/l	

*) arvo riippuu keräys- ja kuljetusvaihtoehdosta

Voiteluainekustannus (H_v)

Voiteluainekustannukset (mk/a) muodostuvat alustavoitelusta, öljystä, suodattimista sekä jäähditys- ym. muista nesteistä. Voiteluainekustannukset voidaan määritellä prosentuaalisesti polttoainekustannuksista. Jätteenkuljetuksessa osuus on ajoneuvotyypin mukaan 10 - 15 %. (Mäntynen 1993, Koskelainen 1993)

Laskentaesimerkissä voiteluainekustannusten osuutena käytettiin 14 %:a polttoainekustannuksista (kaava 13).

$$H_v = 0,14 \times H_p \quad (13)$$

Korjaus- ja huoltokustannus (H_{hk})

Korjaus- ja huoltokustannuksiin (mk/a) lasketaan kuuluviksi varsinaiset korjaus- ja määräaikaishuoltomenot, jotka tulee arvioida keskimääräisenä kustannuksena ajoneuvon koko pitoajalle. Keskiraskaan kuorma-auton korjaus- ja huoltokustannukset koko pitoaikaa kohden ovat kuljetusolosuhteista riippuen 25 - 40 % ajoneuvon hankintahinnasta. (Mäntynen 1993, Koskelainen 1993)

Tässä kustannuslaskentaesimerkissä korjaus- ja huoltokustannusten osuutena ajoneuvon pitovuotta kohden käytettiin 33 %:a hankintahinnasta. Kustannukset laskettiin kaavaa 14 käyttäen. Taulukosta 19 selviää käytetyt symbolit ja arvot.

$$H_{hk} = \frac{(0,33 \times h_n)}{p_a} \times J \quad (14)$$

Taulukko 19. Kaavassa 14 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
hn	ajoneuvon hankintahinta	pakkaava jäteauto	850 000 mk	Suomen Jhliitto 1992
		pakkaava 2-lokeroauto	950 000 mk	Flaaming 1993
		kuorma-auto nosturilla	600 000 mk	
pa	pitoaika	pakkaava jäteauto	5a	Koskelainen 1993
		pakkaava 2-lokeroauto	5a	arvio
		kuorma-auto nosturilla	6a	arvio
J	ajoneuvotarve			ks. kaava 10

Rengaskustannus (H_r)

Rengaskustannusten yksikkökustannus (mk/km) saadaan määriteltä jakamalla rengaskerran hinta (mk) renkaan kestoiällä (km). Rengaskustannuksen (mk/a) laskemiseen on käytetty kaavaa 15. Taulukossa 20 esitetään käytetyt arvot.

$$H_r = S_{yht.} \times \frac{h_r}{r} \quad (15)$$

Taulukko 20. Kaavassa 15 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
Syht.	ajokilometrit		*)	
hr	renkaiden hinta	pakkaava jäteauto	16 200 mk	Koskelainen 1993
		pakkaava 2-lokeroauto	16 200 mk	arvio
		kuorma-auto	12 000 mk	Hjelt 1993
r	renkaiden kestoikä	pakkaava jäteauto	30 000 km	Koskelainen 1993
		pakkaava 2-lokeroauto	30 000 km	arvio
		kuorma-auto	35 000 km	Hjelt 1993

*) arvo riippuu keräys- ja kuljetusvaihtoehdosta

Vakuutus- ja liikennöimismaksut

Kuljetusajoneuvon pakollisen liikennevakuutuksen lisäksi on olemassa vapaaehtoiset auto-, kuljetus- ja vastuuvakuutukset. Laskentaesimerkissä vakuutusmaksuun luettiin pakollinen liikennevakuutus sekä auto- ja vastuuvakuutus.

Pakkaavan jäteauton ja 2-lokeroauton vakuutusmaksut ovat yhteensä 22 000 mk/a ja Molok-säiliöiden tyhjennykseen käytetyn kuorma-auton 20 000 mk/a.

Liikennöimismaksut muodostuvat moottoriajoneuvoverosta, katsastusmaksuista, rekisteröimismaksuista, leimaveroista, lunastusmaksuista sekä kelirikkomaksuista (Koskelainen 1993). Tarkasteluesimerkissä otettiin huomioon ainoastaan moottoriajoneuvovero ja katsastusmaksu.

Vuoden 1992 hinnoittelun mukaan oli 2-akselisen kokonaispainoltaan 16,4 tonnin kuorma-auton (pakkaava jäteauto) moottoriajoneuvovero 5 200 mk. Esimerkissä käytettävän nosturilla varustetun 16 tonnin kuorma-auton moottoriajoneuvovero on 4 900 mk. Peruskatsastusmaksu on 200 mk.

Laskentaesimerkissä vakuutus- ja liikennöimismaksut kohdistettiin tarkasteltavaan vaihtoehtoon kertomalla maksut ajoneuvotarpeella J (ks. kaava 10).

Hallintokustannukset

Hallintokustannukset määräytyvät yrityksen koon ja kuljetustehtävän mukaisesti. Jätteenkuljetuksessa hallintokustannusten osuus on merkittävä jo suuren asiakasmäärän vuoksi. Hallintokustannuksiin luetaan yleensä hallinnon palkkakustannukset, toimistokustannukset, tutkimus- ja koulutuskustannukset sekä markkinointi- ja edustuskustannukset. Pakkaavilla jäteautoilla hallintokustannusten osuus on 12 - 16 % ajoneuvon vuotuisista kokonaiskustannuksista. (Koskelainen 1993)

Laskentaesimerkissä kuljetusajoneuvon ollessa pakkaava jäteauto tai 2-lokeroauto hallintokustannusten osuutena käytettiin 14 %:a.

Mäntysen (1993) mukaan kuorma-autokuljetusten kustannuslaskennassa hallintokustannusten ohjeellisenä arvona voidaan pitää 2 - 6 %:a.

Molok-syväkeräysjärjestelmää käytettäessä arvioitiin hallintokustannusten osuudeksi 6 % kuljetusvälineenä käytettävän kuorma-auton vuotuisista kustannuksista.

Ylläpitokustannukset

Ylläpitokustannuksiin luetaan ajoneuvon säilytyksestä, puhtaanapidosta, työvaatetuksesta, maalauksesta ja pienvarusteista aiheutuvat kulut. Ylläpitokustannusten osuus ajoneuvon kokonaiskustannuksista on 2 - 3 %. (Koskelainen 1993) Laskentaesimerkissä käytettiin arvoa 2 %.

Korvaukseton ajo

Korvauksettomalla ajolla tarkoitetaan niitä kulueriä, jotka syntyvät esimerkiksi ajoneuvon viennistä korjaukseen, huoltoon ja katsastukseen. Korvauksettoman ajon kustannukset saadaan kertomalla ajettu kilometrimäärä muuttuvilla kustannuksilla (p/km). Korvauksettoman ajon määränä käytetään yleisesti 2 000 km vuodessa. (Koskelainen 1993) Tässä kustannustarkastelussa ei huomioitu korvauksettoman ajon osuutta.

5.4.7 Henkilötyökustannukset

Työkustannukset muodostuvat kuljettajien ja apumiesten palkoista sekä välillisistä palkkakustannuksista. Välilliset palkkakustannukset koostuvat sosiaalimenoista sekä lomakorvauksista, sairausajan palkoista ja palkallisista vapaapäivistä. Välilliset palkkakustannukset lasketaan prosenttiosuutena työntekijän palkasta. (Koskelainen 1993) Tässä kustannuslaskentaesimerkissä käytettiin kuljettajan palkkana 45 mk/h ja välillisten palkkakustannusten osuutena 65 %. Apumiestä ei käytetty. Liitteenä 8 on esimerkki työkustannusten laskennasta.

5.4.8 Optisen lajittelun kustannus

Laskentaesimerkin mukaan optisen lajittelun kustannus koostuu:

- lajittelun vaatimia koneita ja laitteita varten rakennettavan hallin investointikustannuksesta
- koneiden ja laitteiden hankintakustannuksesta
- koneiden ja laitteiden huolto- ja korjauskustannuksista
- hallia varten varattavan maan vuokrasta
- laitoksen työntekijöiden henkilötyökustannuksista
- biojätepussien aukaisemiseen tarvittavan repijän hankintakustannuksesta

Tarkastelussa ei ole mukana kustannusta, joka muodostuu kotitalouksissa tarvittavista värillisistä jättepusseista.

Hallin investointikustannus muutettiin vuosipääomakustannukseksi (H_{hi}) kaavan 16 avulla.

$$H_{hi} = (h_h - h_j) \times i \quad (16)$$

Taulukko 21. Kaavassa 16 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
hh	hallin investointikustannus	1)	2 800 000 mk	Nygård 1993
hj	jäännösarvo	2)	280 000 mk	Nygård 1993
i	annuiteettikerroin		0,1102	
	pitoaika		25a	Nygård 1993
	korko		10%	Nygård 1993

1) Hallin pinta-alana on esimerkissä käytetty $1\,000\text{ m}^2$ ja rakennuskustannuksena $2\,800\text{ mk/m}^2$.

2) Hallin jäännösarvona on käytetty 10% investointikustannuksesta.

Laitoksen koneiden ja laitteiden hankintahinta muutettiin vuosipääomakustannukseksi (H_{ki}) kaavan 17 avulla. Taulukossa 22 on esitetty laskennassa käytetyt arvot. Esimerkissä laitoksessa oletettiin olevan seuraavat koneet ja laitteet: jätteiden vastaanottosiilo, kuljettimet, ohjauspaneelit sekä optinen lajitteluyksikkö.

$$H_{ki} = h_k \times i \quad (17)$$

Taulukko 22. Kaavassa 17 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
hk	koneiden ja laitteiden hank.hinta		2 300 000 mk	Nygård 1993
i	annuiteettikerroin		0,1315	
	pitoaika		15a	Nygård 1993
	korko		10%	Nygård 1993

Lajittelulaitoksen koneiden ja laitteiden huolto- ja korjauskustannuksiksi (H_{hk}) arvioitiin 100 000 mk/a (Teir 1993).

Laskentaesimerkissä hallia varten varattiin 1 hehtaarin suuruinen maa-ala. Tampereen seudulla kaupunkialueen ulkopuolella sijaitsevan maan vuokraksi vuodessa (H_m) arvioitiin 9000 mk/a (Hyvärinen 1993).

Henkilötyökustannukset laskettiin kaavan 18 avulla. Esimerkkilaitoksen täyden kapasiteetin (50 000 t/a) oletettiin olevan käytössä, mikä edellyttää kaksivuorotyötä. Työturvallisuussyistä on molemmissa vuoroissa oltava vähintään kaksi työntekijää.

$$H_t = (h_{kk} \times 12) \times 4 \times 1,65 \quad (18)$$

Taulukko 23. Kaavassa 18 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
hkk	kuukausipalkka/hlö		8 400 mk	arvio
	työtekijöiden lkm		4 hlöä	
	välilliset palkkakustannukset		65%	

Jotta tarkasteltavalta esimerkkialueelta kerättävän bio- ja kuivajätteen optisen lajittelun aiheuttama osuus hallin rakennuskustannuksista, koneiden ja laitteiden hankinta- sekä korjaus- ja huoltokustannuksista, maan vuokrasta ja henkilötyökustannuksista saatiin selville, kerrottiin kustannukset jyvityskertoimella J_1 . Jyvityskerroin laskettiin kaavan 19 avulla.

$$J_1 = \frac{W_{bk}}{C_l} \quad (19)$$

Taulukko 24. Kaavassa 19 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
Wbk	lajiteltava jätemäärä		*)	
Cl	laitoksen kapasiteetti		50 000 t/a	

*) määrä (t/a) vaihtelee jätejakeiden kertymien mukaan

Biojätepussien avaamiseen tarvittavan repijän hankintahinta muutettiin vuosipääomakustannukseksi (H_{ri}) kaavan 20 mukaisesti. Esimerkkialueelta kerättävän biojätteen aiheuttama osuus kustannuksesta laskettiin jyvityskertoimen J_2 avulla (kaava 21).

$$H_{ri} = h_r \times i \quad (20)$$

$$J_2 = \frac{W_b}{C_r} \quad (21)$$

Taulukko 25. Kaavoissa 20 ja 21 käytetyt lyhenteet ja lukuarvot.

Symboli	Selitys	Vaihtoehto	Arvo ja yksikkö	Lähde
hr	repijän hankintahinta		250 000 mk	Teir 1993
i	annuiteettikerroin		0,2983	
	pitoaika		5a	arvio
	korko		15%	
Wb	käsiteltävä biojättemäärä		*)	
Cr	repijän kapasiteetti		25 000 t/a	Teir 1993

*) määrä (t/a) vaihtelee jätejakeen kertymän mukaan

Optisen lajittelun aiheuttama kokonaiskustannus (H_o) laskettiin kaavan 22 avulla. Liitteessä 9 on esimerkki lajittelukustannuksen laskennasta.

$$H_o = \{(H_{hi} + H_{ki} + H_{hk} + H_m + H_t) \times J_1\} + (H_{ri} \times J_2) \quad (22)$$

5.5 Kustannuslaskennan tulokset

5.5.1 Käytetyt lyhenteet

Taulukoissa 9, 10 ja 11 on esitetty perustiedot laskentaesimerkissä jätteiden keräyksessä ja kuljetuksessa tarkastelluista järjestelmistä. Järjestelmistä käytetyt lyhenteet esitetään taulukossa 26 ja keräysalueista, keräystavoista sekä ominaiskertymistä käytetyt lyhenteet taulukossa 27.

Taulukko 26. Järjestelmistä käytetyt lyhenteet.

Järjestelmän lyhenne	Keräysväline	Kuljetusväline
600 litran -järjestelmä	jäteastia 600 l	pakkaava jäteauto
Molok-järjestelmä	Molok-säiliö 1300, 3000 ja 5000 l	kuorma-auto
pk/600 l -järjestelmä	pikakontti 4, 6 ja 8 m ³ tai jäteastia 600 l	pakkaava jäteauto
120/240 l -järjestelmä	jäteastia 120 ja 240 l	pakkaava jäteauto
120/240/330 l -järjestelmä	jäteastia 120, 240 ja 330 l	pakkaava jäteauto
säkki-järjestelmä	jätesäkki 150 ja 200 l	pakkaava jäteauto

Taulukko 27. Keräysalueista, keräystavoista ja ominaiskertymistä käytetyt lyhenteet.

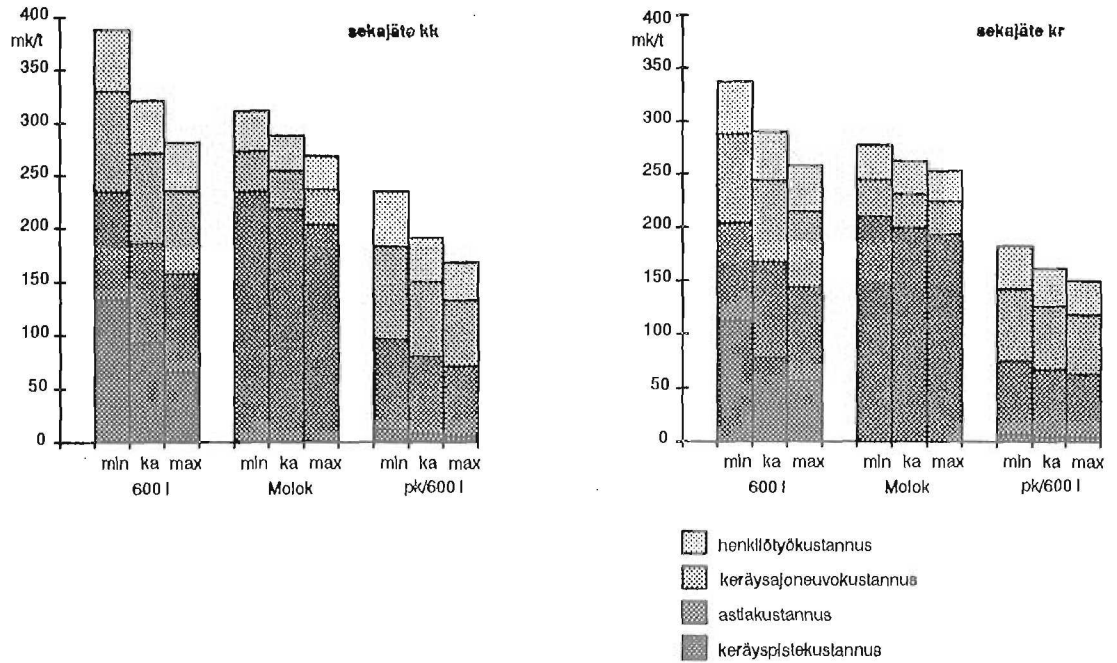
Lyhenne	Selitys
keräysalue:	
AK-AR	kerros- ja rivitaloalue
AO	omakotitaloalue
keräystapa:	
kk	kiinteistökohtainen keräys
kr	kiinteistöryhmäkohtainen keräys
ak	aluekeräys
ominaiskertymä:	
min	minimi-ominaiskertymä
ka	keskiarvo-ominaiskertymä
max	maksimi-ominaiskertymä

5.5.2 Järjestelmien kustannusten vertailu

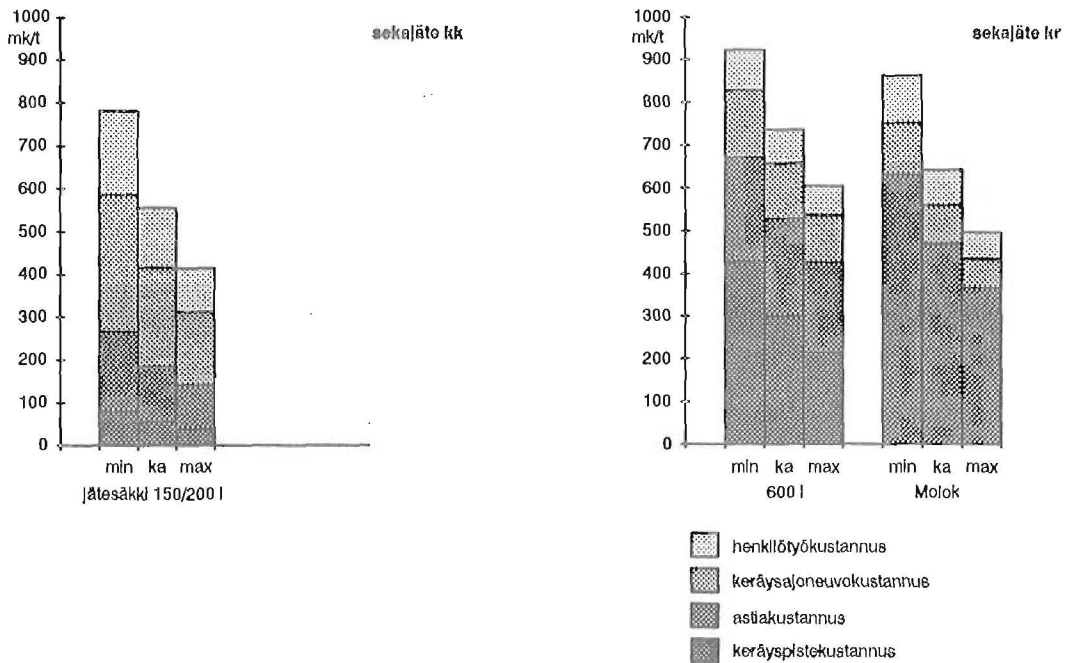
Tässä luvussa tarkastellaan laskentaesimerkissä seka-, bio- ja kuivajätteen sekä paperin keräykseen ja kuljetukseen valittujen järjestelmien kustannuksia sekä kerros- ja rivitaloalueella että omakotitaloalueella. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että astiakustannusten osuus ja siten myös kokonaiskustannukset voivat olla todellisuudessa pienemmät, jos astioiden hankintahinta on tässä tarkastelussa käytettyä pienempi (ks. luku 5.4.4).

Sekajäte

Kerros- ja rivitaloalueen sekä omakotitaloalueen sekajätteen kiinteistökohtaisen ja kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset (mk/t) esitetään kuvissa 35 ja 36. Kokonaiskustannukset on jaettu keräyspiste-, astia-, ajoneuvo- ja henkilötöykustannuksiin. Kustannusten tarkat lukuarvot löytyvät liitteistä 10, 11, 22 ja 23.



Kuva 35. Sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset AK-AR -alueella.



Kuva 36. Sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset AO -alueella.

Kerros- ja rivitaloalue

Laskentaesimerkin mukaan sekajätteen keräys ja kuljetus on taloudellisinta sekä kiinteistökohtaisessa että kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä pk/600 l -järjestelmää käyttäen. Järjestelmän kaikki osakustannukset ovat 600 litran -järjestelmän osakustannuksia pienemmät. Suurin ero aiheutuu keräyspistekustannuksista. Pk/600 l -järjestelmässä keräyspistekustannuksia aiheutuu ainoastaan 600 litran astioiden suojaamiseksi käytettyjen jätekatosten rakentamisesta ja huollosta. Järjestelmän keräysvälineistä suurin osa on pikakontteja, joiden yhteydessä katoksia ei tarvita.

Molok-järjestelmässä astiakustannukset ovat selvästi muiden järjestelmien astiakustannuksia suuremmat. Säiliöiden hankintahinnan ja asennuskustannusten lisäksi Molok-järjestelmän astiakustannuksiin vaikuttaa säiliöön sijoitettava kertakäyttösäkki, jonka osuus kokonaiskustannuksista on melko suuri. Molok-järjestelmän ajoneuvo- ja henkilötyökustannukset ovat puolestaan pienemmät kuin muissa järjestelmissä johtuen mm. muita järjestelmiä lyhyemmästä keräystyöajasta. Ajoneuvokustannuksiin vaikuttavat myös Molok-säiliöiden tyhjennykseen ja jätteen kuljetukseen käytetyn nosturilla varustetun kuorma-auton ominaisuudet. Auto on hankintahinnaltaan noin 250 000 mk halvempi kuin muissa järjestelmissä käytetty pakkaava jäteauto. Lisäksi kuorma-auton polttoaineen kulutus, renkaiden hinta sekä vakuutus- ja liikennöimismaksut ovat pienemmät kuin pakkaavalla jäteautolla.

600 litran -järjestelmässä keräyspistekustannukset muodostavat merkittävän osan kokonaiskustannuksista. Keräyspistekustannuksia aiheuttavien jätekatosten rakentaminen ei ole kuitenkaan jätehuoltoa koskevien määräysten mukaan pakollista. Jäteastiat on suojattava ainoastaan tarvittaessa, minkä lisäksi suojana voidaan käyttää katosta kevyempää ja halvempaa rakennelmaa kuten aitausta.

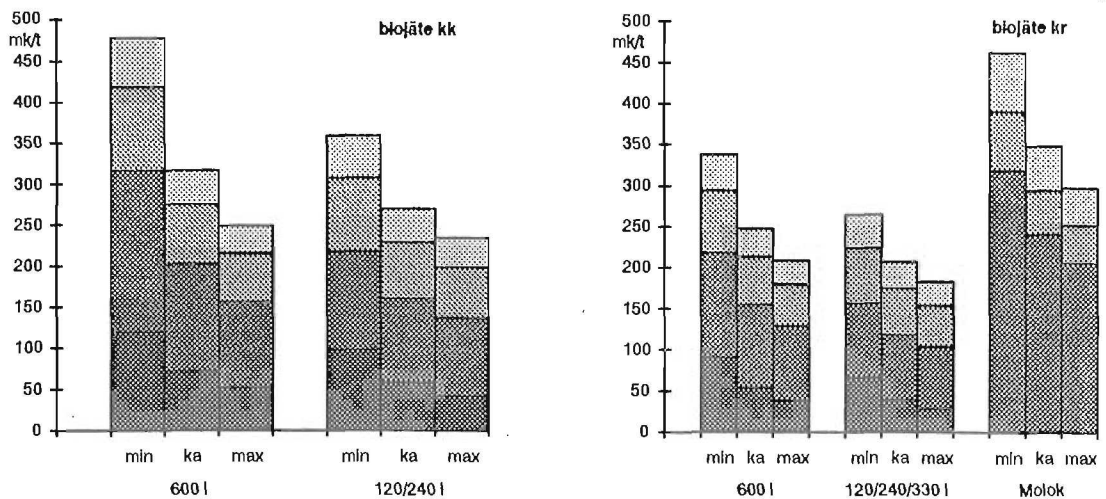
Omakotitaloalue

Tarkasteluesimerkissä omakotitaloalueen kiinteistökohtaista sekajätteen keräystä ja kuljetusta on tarkasteltu vain säkki-järjestelmään perustuen.

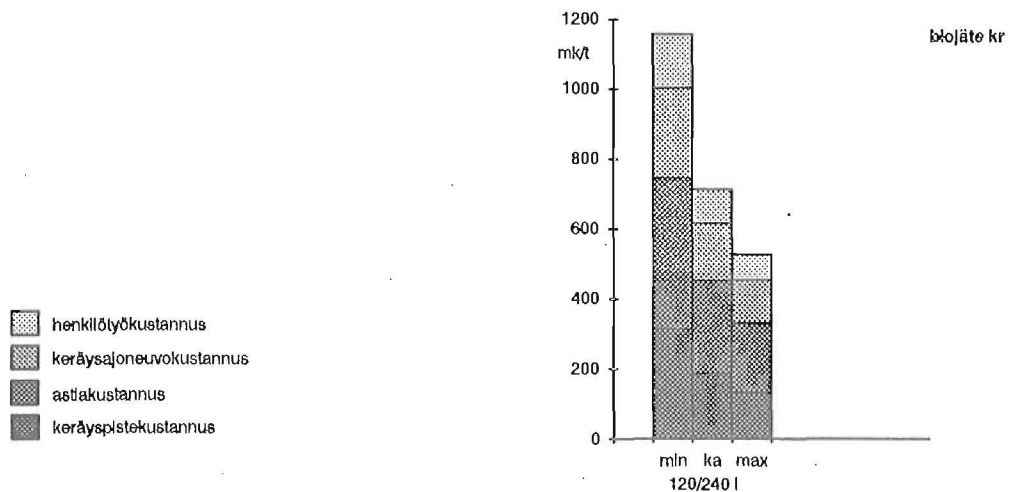
Kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä 600 litran -järjestelmä on jätekatoksen rakentamisesta ja huollosta aiheutuvista keräyspistekustannuksista johtuen Molok-järjestelmää kalliimpi vaihtoehto. Jätekatoksen sijasta omakotitaloalueella voitaisiin kuitenkin käyttää esimerkiksi aitausta, jonka aiheuttama keräyspistekustannus on jätekatoksen aiheuttamaa kustannusta pienempi.

Biojäte

Kerros- ja rivitaloalueen sekä omakotialueen biojätteen kiinteistökohtaisen ja kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset (mk/t) esitetään kuvissa 37 ja 38. Kokonaiskustannukset on jaettu keräyspiste-, astia-, ajoneuvo- ja henkilötyökustannuksiin. Kustannusten tarkat lukuarvot löytyvät liitteistä 12, 13 ja 24.



Kuva 37. Biojätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset AK-AR -alueella.



Kuva 38. Biojätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset AO -alueella.

Kerros- ja rivitaloalue

Laskentaesimerkin perusteella biojätteen keräys ja kuljetus on taloudellisinta pienten jäteastioiden järjestelmillä eli kiinteistökohtaisessa keräyksessä 120/240 l -järjestelmällä ja kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä 120/240/330 l -järjestelmällä.

Kiinteistökohtaisessa keräyksessä 120/240 l -järjestelmän kokonaiskustannukset ovat 600 litran -järjestelmän kustannuksia pienemmät lähinnä keräyspiste- ja astiakustannuksista johtuen. 120/240 l -järjestelmässä jätekatosten yhteenlaskettu pinta-ala on pienempi kuin 600 litran -järjestelmässä, koska 120 ja 240 litran astioiden tilantarve on pienempi kuin 600 litran astioiden. Koska juuri katospinta-ala määrää keräyspistekustannusten suuruuden, on 120/240 l -järjestelmän keräyspistekustannukset 600 litran -järjestelmän kustannuksia alhaisemmat. Biojätettä kerätettäessä astiakustannukset muodostuvat hankintahinnan lisäksi pesukustannuksista. Molemmat kustannustekijät ovat 120/240 l -järjestelmässä pienemmät kuin 600 litran -järjestelmässä.

Kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä 120/240/330 l - ja 600 litran -järjestelmien kokonaiskustannusten ero johtuu samoista tekijöistä kuin kiinteistökohtaisessa keräyksessä.

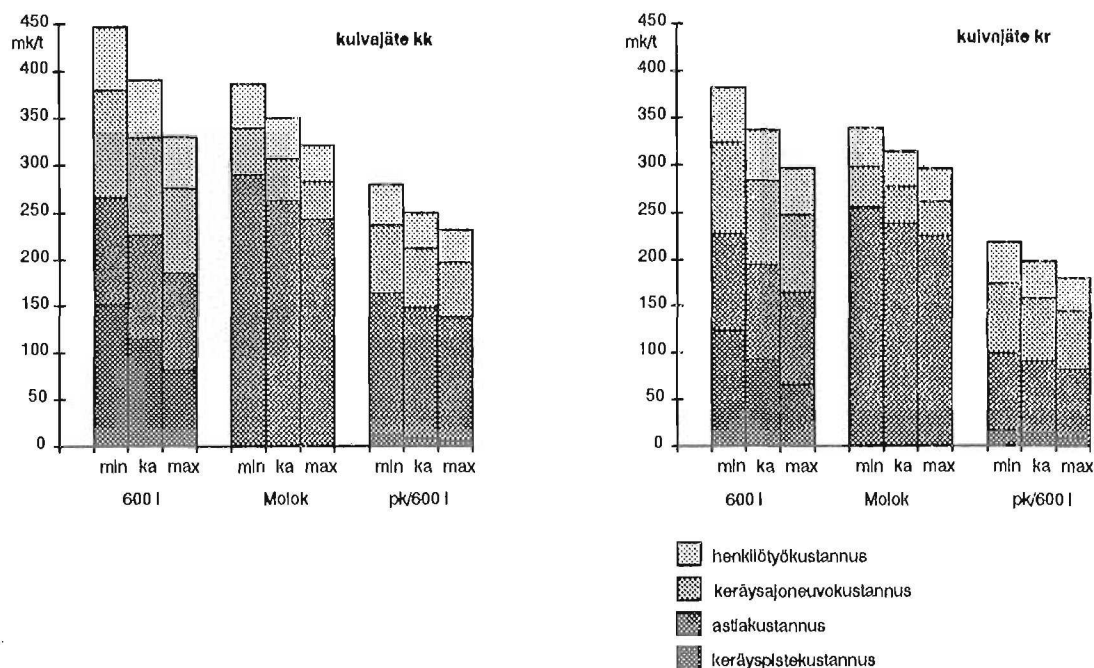
Astiakustannuksista johtuen ovat Molok-järjestelmän kokonaiskustannukset biojätettä kerättäessä korkeammat kuin esimerkiksi kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen valitun kahden muun järjestelmän kustannukset. Molok-järjestelmän astiakustannuksiin vaikuttavat säiliöiden alhaisiksi jäävät täyttöasteet. Valitulla kahden viikon tyhjennysvälillä on keskimääräinen täyttöaste minimikertymällä 37 %, keskiarvokertymällä 49 % ja maksimikertymällä 57 %. Biojätteen keräykseen on esimerkissä käytetty vain pienintä 1300 litran säiliötä. Tämän laskentaesimerkin perusteella Molok-järjestelmän käyttö biojätteen keräykseen ei ole taloudellista suuresta säiliötilavuudesta aiheutuvan ylimitoituksen ja siitä johtuvien korkeiden astiakustannusten vuoksi. Koska Molok-säiliötä ei voitane paljoakaan pienentää, vaihtoehtona olisi noutotiheyden harventaminen.

Omakotitaloalue

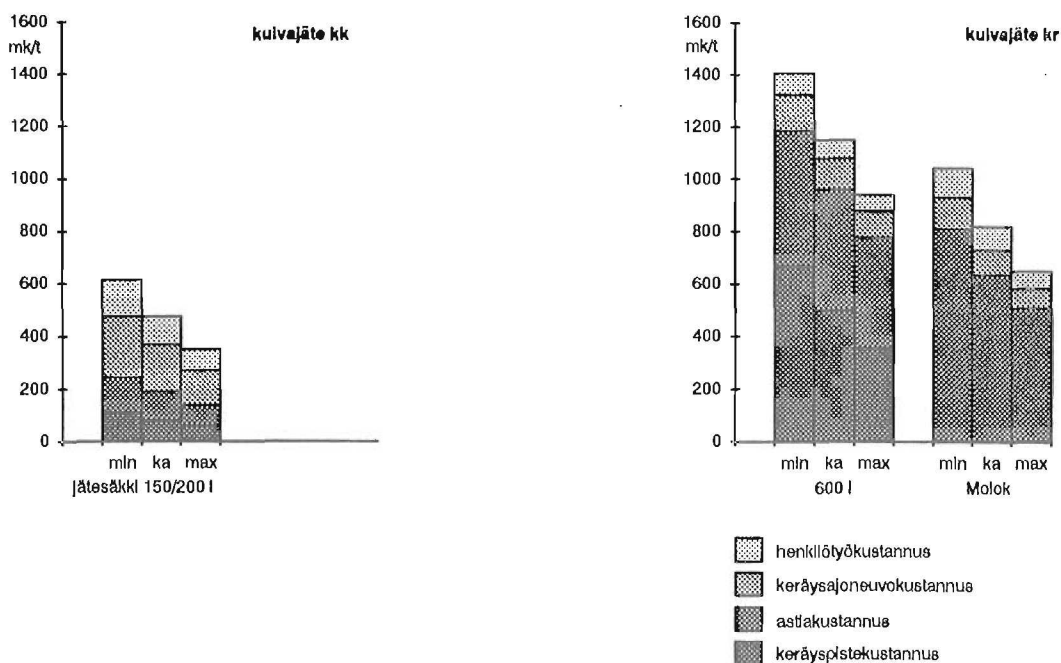
Biojätteen keräykseen käytettiin laskentaesimerkissä ainoastaan kiinteistöryhmäkohtaista keräystapaa. 120 ja 240 litran jäteastiat osoittautuivat tilavuudeltaan sopivan kokoisiksi keräysvälineiksi. Biojätteen pienestä kertymästä ja suuresta tilavuuspainosta johtuen kiinteistökohtaisen keräyksen ei katsottu soveltuvan biojätteen keräykseen.

Kuivajäte

Kerros- ja rivitaloalueen sekä omakotitaloalueen kuivajätteen kiinteistökohtaisen ja kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset (mk/t) esitetään kuvissa 39 ja 40. Kokonaiskustannukset on jaettu keräyspiste-, astia-, ajoneuvo- ja henkilötyökustannuksiin. Kustannusten tarkat lukuarvot löytyvät liitteistä 14, 15, 25 ja 26.



Kuva 39. Kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset AK-AR -alueella.



Kuva 40. Kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset AO -alueella.

Kerros- ja rivitaloalue

Tarkastelun perusteella kuivajätteen keräys on sekä kiinteistökohtaisesti että kiinteistöryhmäkohtaisesti taloudellisinta pk/600 l -järjestelmää käyttäen.

Kuten sekajätteen keräyksessä on pk/600 l -järjestelmä tässäkin tapauksessa pääasiassa alhaisten keräyspistekustannusten ansiosta 600 litran -järjestelmää taloudellisempi vaihtoehto. Muut vaikuttavat tekijät ovat pk/600 l -järjestelmän ajoneuvo- ja henkilötyökustannukset, jotka lyhyemmästä keräystyöajasta ja ajokilometreistä johtuen ovat 600 litran -järjestelmän vastaavia osakustannuksia pienemmät. Kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä pk/600 l -järjestelmän astiakustannukset ovat myös selvästi 600 litran -järjestelmän kustannuksia pienemmät.

Molok-järjestelmän astiakustannukset ovat muiden järjestelmien kustannuksia suuremmat. Järjestelmän ajoneuvokustannukset ovat puolestaan muiden järjestelmien vastaavia kustannuksia pienemmät.

Keräyspistekustannuksista johtuen 600 litran -järjestelmä on muita järjestelmiä kalliimpi vaihtoehto.

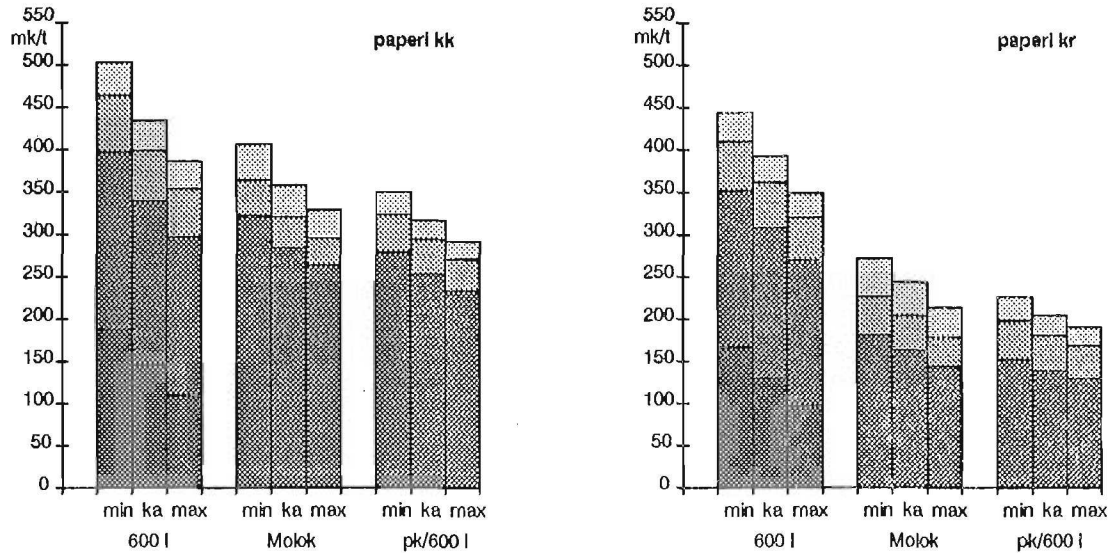
Omakotitaloalue

Tarkasteluesimerkissä omakotitaloalueen kiinteistökohtainen kuivajätteen keräys ja kuljetus on toteutettu vain säkki-järjestelmällä.

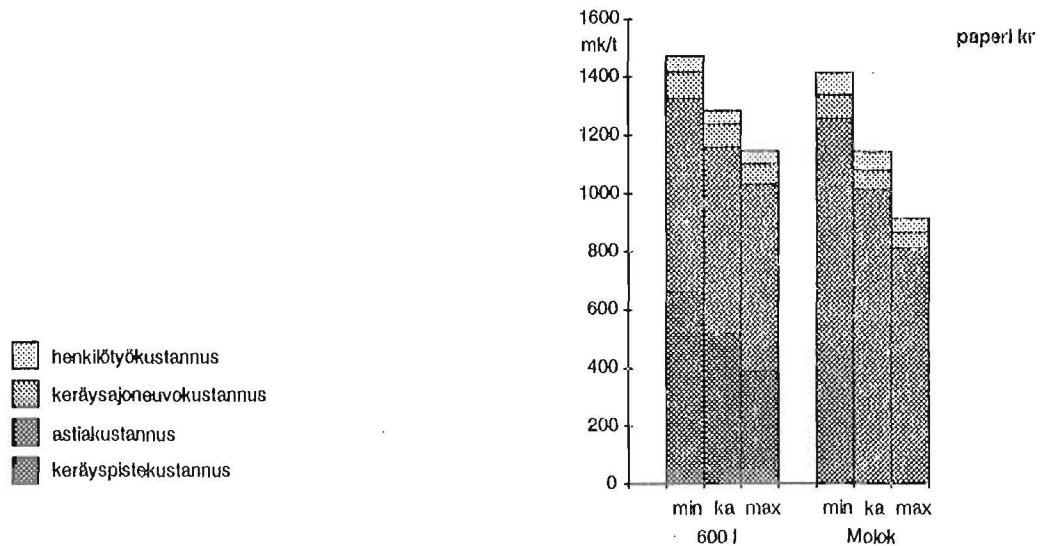
Kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä 600 litran -järjestelmä on jätekatoksen aiheuttamista keräyspistekustannuksista johtuen Molok-järjestelmää kalliimpi vaihtoehto. Jätekatosten käyttö omakotitaloalueella ei ole kuitenkaan todennäköinen vaihtoehto.

Paperi

Kerros- ja rivitaloalueen sekä omakotitaloalueen paperin kiinteistökohtaisen ja kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset (mk/t) esitetään kuvissa 41 ja 42. Kokonaiskustannukset on jaettu keräyspiste-, astia-, ajoneuvo- ja henkilötöykustannuksiin. Kustannusten tarkat lukuarvot löytyvät liitteistä 16, 17 ja 27.



Kuva 41. Paperin keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset AK-AR -alueella.



Kuva 42. Paperin keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset AO -alueella.

Kerros- ja rivitaloalue

Laskentaesimerkin mukaan paperin keräys ja kuljetus on keräystavasta riippumatta taloudellisinta toteuttaa pk/600 l -järjestelmällä. Paperia kerätessä pk/600 l -järjestelmässä ei käytetty keräyspistekustannuksia aiheuttavia jätekatoksia 600 litran astioiden yhteydessä.

Korkeista keräyspistekustannuksista johtuen 600 litran -järjestelmä on muita järjestelmiä kalliimpi vaihtoehto.

Molok-järjestelmän astiakustannukset eivät ole toisiin järjestelmiin verrattuna yhtä korkeat kuin seka-, bio- tai kuivajätettä kerätessä. Tämä johtuu siitä, että paperinkeräyksessä Molok-säiliössä ei tarvita astiakustannuksia lisääviä kertakäyttöäkkejä. Paperi kerätään suoraan säiliössä olevaan nostosäkkiin, joka tyhjennetään kuljetusauton lavalle.

Omakotitaloalue

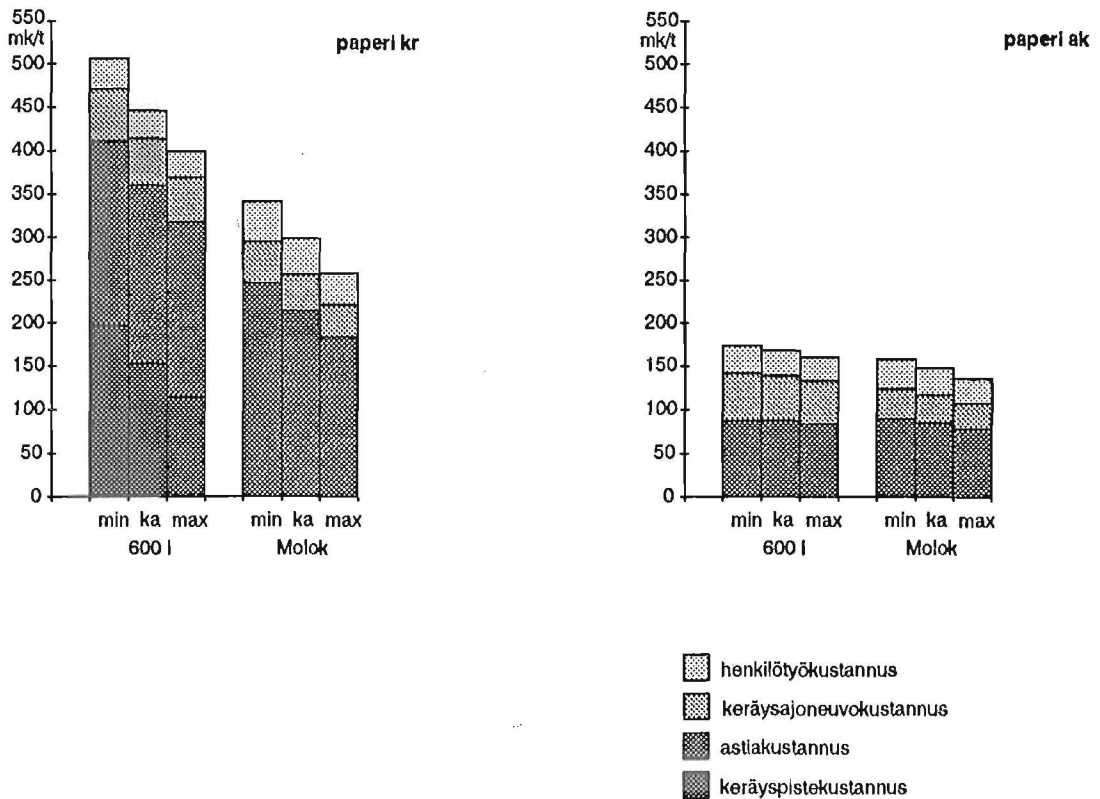
Laskentaesimerkissä omakotitaloalueen paperinkeräykseen käytettiin ainoastaan kiinteistöryhmäkohtaista keräystä. Paperin pienestä kertymästä ja suuresta tilavuuspainosta johtuen kiinteistökohtainen keräys ei ole perusteltua. Valituista järjestelmistä Molok-järjestelmä osoittautui halvimaksi vaihtoehdoksi. Järjestelmän astiakustannukset ovat kuitenkin huomattavasti 600 litran -järjestelmän kustannuksia suuremmat. Ilman jätekatosten aiheuttamia keräyspistekustannuksia olisi 600 litran -järjestelmä Molok-järjestelmää taloudellisempi vaihtoehto.

Alueellinen paperinkeräys

Aluekohtaista keräystapaa tarkasteltiin laskentaesimerkissä ainoastaan paperinkeräyksen osalta. Kiinteistökohtaisesta ja kiinteistöryhmäkohtaisesta keräyksestä poiketen alueellisessa keräyksessä ei erotettu omakotitaloaluetta kerros- ja rivitaloalueesta, vaan koko tarkastelualueita käsiteltiin yhtenä keräysalueena. Saman keräyspisteen käyttäjinä voi olla siten sekä kerros-, rivi- että omakotitaloasukkaita. Aluekohtaisessa paperinkeräyksessä ei 600 litran astioiden yhteydessä käytetty keräyspistekustannuksia aiheuttavia jätekatoksia.

Verrattaessa alueellisen paperinkeräyksen kustannuksia kuvassa 43 esitettyihin kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen kustannuksiin havaitaan, että erityisesti astiakustannukset laskevat alueelliseen keräykseen siirryttäessä.

Kuvassa 43 esitetyn kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen kustannukset on saatu laskemalla yhteen kerros- ja rivitaloalueen sekä omakotitaloalueen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen kustannukset ja jakamalla summa alueilla yhteensä kertyvällä paperimäärällä.



Kuva 43. Paperin kiinteistöryhmäkohtaisen ja aluekohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset AK-AR-AO -alueella.

5.5.3 Keräystavan vaikutus kustannuksiin

Kerros- ja rivitaloalue

Luvussa 5.5.2 esitettyjen kuvien perusteella voidaan todeta, että kerros- ja rivitalo-alueella kaikkien jätelajien keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset laskevat siirryttäessä kiinteistökohtaisesta keräyksestä kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen. Taulukossa 28 esitetään kokonaiskustannusten pieneneminen prosentteina jätelajien eri ominaiskertymillä. Esitetyt %-arvot kuvaavat tonnia kohden lasketun kokonaiskustannuksen (mk/t) pienenemistä.

Taulukko 28. Kokonaiskustannusten pieneneminen prosentteina siirryttäessä kiinteistökohtaisesta keräyksestä kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen.

Järjestelmä	Jätejäte											
	sekajäte			biojäte			kuivajäte			paperi		
	min	ka	max	min	ka	max	min	ka	max	min	ka	max
600 l	13	10	9	29	22	16	14	13	10	12	10	9
Molok	11	9	5	-	-	-	12	10	8	33	32	35
pk/600 l	22	17	11	-	-	-	22	21	22	36	35	34
kk: 120/240 l, kr: 120/240/330 l	-	-	-	26	24	22	-	-	-	-	-	-

600 litran -järjestelmä

600 litran -järjestelmää tarkasteltaessa kiinnittyy huomio biojätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannusten merkittävään laskuun kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen siirryttäessä. Tämä johtuu siitä, että kiinteistökohtaisessa keräyksessä astioiden täyttöaste jää valitulla yhden viikon tyhjennysvälillä esimerkkialueen kiinteistöissä hyvin alhaiseksi. Biojätteen minimikertymällä keskimääräinen täyttöaste on ainoastaan 28%, vaikka jokaisessa keräyspisteessä on ainoastaan yksi biojäteastia. Keskiarvokertymällä täyttöaste on 42% ja maksimikertymällä 52%. Astioiden täyttöasteen ollessa alhainen, ovat biojätteen astiakustannukset korkeat. Kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä astioiden täyttöaste on samalla yhden viikon tyhjennysvälillä korkeampi, koska yhtä jäteastiaa kohden on enemmän jätteen tuottajia. Täyttöasteen ollessa korkeampi on astiakustannusten suhteellinen osuus pienempi kuin kiinteistökohtaisessa keräyksessä.

Muiden jätelajien osalta kustannusten pieneneminen on 600 litran -järjestelmää käytettäessä vähäisempää. Kustannusten lasku prosentteina on lähes samansuuruinen jätelajista riippumatta.

Molok-järjestelmä

Molok-järjestelmää käytettäessä paperin keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset pienenevät huomattavasti kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen siirryttäessä. Ero johtuu pääasiassa astiakustannusten pienenemisestä. Koska kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä on yhdellä astialla enemmän käyttäjiä kuin kiinteistökohtaisessa keräyksessä, täyttyvät astiat lyhyemmässä ajassa. Esimerkissä kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen tyhjennysvälinä käytettiin kolmea viikkoa kiinteistökohtaisen keräyksen tyhjennysvälin ollessa kuusi viikkoa. Tyhjennysvälin ollessa lyhyempi tarvitaan saman jätemäärän keräykseen vähemmän astioita. Astialukumäärän pienentyessä pienenevät myös astiakustannukset.

Pk/600 l -järjestelmä

Kuten Molok-järjestelmässä laskevat paperin keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen siirryttäessä myös pk/600 l -järjestelmää käytettäessä merkittävästi. Kustannusten laskuun vaikuttavat samat tekijät kuin Molok-järjestelmässä.

120/240 l -järjestelmä ja 120/240/330 l -järjestelmä

Keräyksen ja kuljetuksen kustannusten muutos on huomattava myös vertailtaessa vaihtoehtoja, joissa biojätteen kiinteistökohtaiseen keräykseen on käytetty 120/240 l -järjestelmää ja kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen 120/240/330 l -järjestelmää. Eniten laskevat keräyspiste- ja astiakustannukset johtuen jätekatospinta-alan ja astioiden lukumäärän pienenemisestä kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen siirryttäessä.

Omakotitaloalue

Koska laskentaesimerkissä sovellettiin omakotitaloalueen biojätteen ja paperin keräykseen ainoastaan kiinteistöryhmäkohtaista keräystapaa, ei näiden jätelajien keräyksen ja kuljetuksen kustannusten muutosta keräystavan muuttuessa voida tarkastella. Seka- ja kuivajätteen kiinteistökohtaiseen ja kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen käytettiin eri järjestelmiä, joten keräystavan vaikutusta kustannuksiin on tarkasteltava vertailemalla keskenään erityyppisten järjestelmien kustannuksia. Luvussa 5.5.2 esitettyjen kuvien perusteella voidaan todeta, että kerros- ja rivitaloalueesta poiketen omakotitaloalueella keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset yleisesti nousevat siirryttäessä kiinteistökohtaisesta keräyksestä kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen. Kustannusten muutokseen vaikuttavat ratkaisevasti astia- ja keräyspistekustannusten osuudet. Taulukosta 29 selviää kokonaiskustannusten (mk/t) muutos prosentteina.

Taulukko 29. Kokonaiskustannusten muutos (- merkki tarkoittaa laskua) prosentteina siirryttäessä kiinteistökohtaisesta keräyksestä kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen.

Järjestelmä		Jätejäte					
kk-keräys	kr-keräys	seka-jäte			kuivajäte		
		min	ka	max	min	ka	max
jätesäkki	600 l	18	32	45	129	143	167
jätesäkki	Molok	11	15	20	69	73	85
jätesäkki	600 l *)	-37	-22	-6	20	37	65

*) ilman keräyspistekustannuksia

Kiinteistökohtainen säkki-järjestelmä ja kiinteistöryhmäkohtainen 600 litran -järjestelmä

Kuvien 36 ja 40 perusteella voidaan todeta, että sekajätteen ja kuivajätteen keräyksessä ja kuljetuksessa säkki-järjestelmän keräyspistekustannukset ovat selvästi jätekatoksella varustetun kiinteistöryhmäkohtaisen 600 litran -järjestelmän vastaavia kustannuksia pienemmät. Ilman keräyspistekustannuksia on kiinteistöryhmäkohtaisen 600 litran -järjestelmän kokonaiskustannukset sekajätettä kerättäessä pienemmät kuin kiinteistökohtaisen säkki-järjestelmän kustannukset (taulukko 29).

Kiinteistökohtainen säkki-järjestelmä ja kiinteistöryhmäkohtainen Molok-järjestelmä

Astiakustannuksista johtuen kiinteistökohtainen säkki-järjestelmä on kokonaiskustannuksiltaan kiinteistöryhmäkohtaista Molok-järjestelmää taloudellisempi vaihtoehto omakotitaloalueen seka- ja kuivajätteen keräykseen ja kuljetukseen.

5.5.4 Keräysaluetyypin vaikutus kustannuksiin

Luvussa 5.5.2 esitettyjen kuvien perusteella voidaan todeta, että omakotitaloalueen jätteiden keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset jätetonnin kohden laskettuna ovat huomattavasti korkeammat kuin vastaava kustannus kerros- ja rivitaloalueella.

Kustannusten ero perustuu keräysalueiden erilaiseen rakenteeseen. Jätteen keräys kerros- ja rivitaloalueelta on suuren asukastiheyden vuoksi tehokkaampaa kuin keräys omakotitaloalueelta. Tätä tehokkuutta voidaan kuvata tunnusluvulla, joka saadaan jakamalla keräystyöaika (h/a) kerättävällä jätemäärällä (t/a). Tunnusluku ei kuitenkaan kerro eri järjestelmien välistä kustannusoptimia, johon vaikuttavat muutkin tekijät kuin keräystyöaika. Laskentaesimerkkiin perustuvat tunnusluvut esitetään taulukossa 30. Toinen keräyksen ja kuljetuksen tehokkuutta kuvaava tunnusluku saadaan jakamalla vuosittaiset ajokilometrit (km/a) kerättävällä jätemäärällä (t/a). Taulukossa 31 on esimerkkejä ajokilometreihin perustuvista tunnusluvuista.

Taulukko 30. Keräyksen ja kuljetuksen tehokkuus (h/t).

Jätejäte	Keräystapa	Järjestelmä	Keräystyöaika/jätetonne (h/t)	
			AK-AR -alue	AO -alue
sekajäte	kk	jätesäkki	-	1,89
		600 l	0,68	-
		Molok	0,46	-
	kr	pk/600 l	0,56	-
		600 l	0,61	1,06
		Molok	0,42	1,11
biojäte	kk	pk/600 l	0,46	-
		120/240 l	0,55	-
		600 l	0,56	-
	kr	120/240 l	-	1,3
		120/240/330 l	0,43	-
		600 l	0,45	-
kuivajäte	kk	Molok	0,73	-
		jätesäkki	-	1,45
		600 l	0,87	-
	kr	Molok	0,57	-
		pk/600 l	0,51	-
		600 l	0,72	0,95
paperi	kk	Molok	0,50	1,19
		pk/600 l	0,54	-
		600 l	0,47	-
	kr	Molok	0,49	-
		pk/600 l	0,32	-
		600 l	0,42	0,63
		Molok	0,54	0,85
		pk/600 l	0,32	-
		600 l	0,42	0,63

Taulukko 31. Keräyksen ja kuljetuksen tehokkuus (km/t).

Jätejäte	Keräystapa	Järjestelmä	Ajokilometrit/jätetonni (km/t)	
			AK-AR -alue	AO -alue
seka-jäte	kr	600 l	6,77	10,04
		Molok	7,49	9,09
biojäte	kr	120/240 l	-	14,28
		120/240/330 l	7,08	-
kuivajäte	kr	600 l	7,28	8,96
		Molok	8,56	10,11
paperi	kr	600 l	6,49	8,12
		Molok	5,30	6,02

Keräystyoaikaan perustuva tunnusluku selittää omakotialueen suuremmat henkilötöy-kustannukset jätteen keräyksessä ja kuljetuksessa, koska henkilötöykustannukset las-ketaan juuri keräystyoajan perusteella. Ajoneuvokustannuksiin vaikuttaa keräystyoajan ja ajokilometrien lisäksi myös ajoneuvotyyppi. Koska laskentaesimerkissä omakotitalo-alueelle valittiin samat ajoneuvotyytit kuin kerros- ja rivitaloalueella, perustuu ajo-neuvokustannusten ero keräysaluetyyppien välillä yksinomaan keräystyoajan ja ajokilometrien määrään.

Tämän tarkastelun yhteydessä suoritettu keräyspisteiden suunnittelu osoitti, että mitä pienempi keräyspistealue sitä todennäköisemmin keräysastioiden täyttöaste jää al-haiseksi. Alhainen täyttöaste nostaa astiakustannusten suhteellista osuutta ja kokonaiskustannuksia.

Astioiden täyttöaste vaikuttaa myös keräyspistekustannuksiin. Koska keräyspisteen rakennuskustannukset perustuvat astioiden lukumäärään eivätkä suoraan kertyvään jätemäärään, ovat keräyspistekustannukset jätetonnia kohden laskettuna korkeat asti-oiden täyttöasteen ollessa alhainen.

Edellä luvuissa 5.5.2-5.5.3 esitetyt kustannustiedot ja tässä luvussa esitetyt tunnusluvut osoittavat, että keräystavan lisäksi keräysaluetyypillä on selvä vaikutus keräyksen ja kuljetuksen kustannuksiin.

5.5.5 Keräyksen ja kuljetuksen kustannusrakenne

Laskentatulokset

Tässä luvussa kuten muuallakin tutkimuksessa esitetyt kokonaiskustannukset ovat verottomia hintoja eivätkä sisällä ns. liikevoittoa. Lisäksi verrattaessa tämän tutkimuk-sen kokonaiskustannuksia käytännön kustannustietoihin on otettava huomioon mah-dolliset erot astioiden hankintahinnoissa (ks. luku 5.4.4).

Taulukoissa 32 - 45 on esitetty eri keräys- ja kuljetusjärjestelmien kustannusrakenne jätetyypeittäin, keräystavoittain ja keräysalueittain tarkasteltuna. Taulukoiden lukuar-vot on laskettu käyttäen kunkin jätetyypin keskiarvokertymää. Taulukoissa on esitetty

myös järjestelmien kokonaiskustannukset jätetonnin kohden. Kustannustekijät (ks. luku 5.4) muodostuvat seuraavasti:

* Keräyspisteen pääomakustannukset muodostuvat jäteastioita suojaavan jätekatoksen rakentamisesta sekä jätessäkkien yhteydessä käytettävien jätessäkkilinjien hankinnasta. Keräyspisteen käyttökustannuksilla tarkoitetaan katoksen huollosta, kuten maalauksesta ja rikkoutuneen laudoituksen uusimisesta aiheutuvia kustannuksia.

* Astioiden pääomakustannuksia ovat astioiden hankkimisesta aiheutuvat kustannukset sekä Molok-säiliöitä käytettäessä säiliön asennuskustannukset. Käyttökustannukset muodostuvat omakotitaloalueella käytettävistä kertakäyttöisistä jätessäkeistä, Molok-säiliön sisäsaakeista sekä biojäteastioiden pesusta.

* Ajoneuvon pääomakustannukset syntyvät ajoneuvon hankinnasta. Käyttökustannuksiin luetaan poltto- ja voiteluainekustannukset, huolto- ja korjauskustannukset, renkaiden hinta, vakuutus- ja liikennöimismaksut sekä hallinto- ja ylläpitokustannukset.

* Henkilötyökustannuksilla tarkoitetaan ajoneuvon kuljettajan palkkakustannuksia.

Taulukko 32. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista sekajätteen kiinteistökohtaisessa keräyksessä (AK-AR -alue).

Osakustannus	Järjestelmä					
	pk/600 l		Molok		600 l	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	3%	1%	0%	0%	20%	9%
astiakustannus	38%	0%	51%	25%	29%	0%
ajoneuvokustannus	16%	20%	5%	7%	11%	15%
henkilötyökustannus	0%	22%	0%	12%	0%	16%
yht.	57%	43%	56%	44%	60%	40%
kokonaiskustannus	192 mk/t		288 mk/t		321 mk/t	

Taulukko 33. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista sekajätteen kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä (AK-AR -alue).

Osakustannus	Järjestelmä					
	pk/600 l		Molok		600 l	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	2%	1%	0%	0%	21%	6%
astiakustannus	38%	0%	51%	25%	31%	0%
ajoneuvokustannus	16%	21%	5%	7%	10%	16%
henkilötyökustannus	0%	22%	0%	12%	0%	16%
yht.	56%	44%	56%	44%	62%	38%
kokonaiskustannus	160 mk/t		263 mk/t		290 mk/t	

Taulukko 34. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista sekajätteen kiinteistökohtaisessa keräyksessä (AO -alue).

Osakustannus	Järjestelmä jätessäkki	
	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	10%	0%
astiakustannus	0%	23%
ajoneuvokustannus	18%	24%
henkilötyökustannus	0%	25%
yht.	28%	72%
kokonaiskustannus	557 mk/t	

Taulukko 35. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista sekajätteen kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä (AO -alue).

Osakustannus	Järjestelmä			
	Molok		600 l	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	0%	0%	21%	20%
astiakustannus	50%	23%	31%	0%
ajoneuvokustannus	5%	9%	7%	10%
henkilötyökustannus	0%	13%	0%	11%
yht.	55%	45%	59%	41%
kokonaiskustannus	642 mk/t		737 mk/t	

Taulukko 36. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista biojätteen kiinteistökohtaisessa keräyksessä (AK-AR -alue).

Osakustannus	Järjestelmä			
	120/240 l		600 l	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	18%	4%	20%	3%
astiakustannus	18%	20%	29%	12%
ajoneuvokustannus	10%	15%	10%	13%
henkilötyökustannus	0%	15%	0%	13%
yht.	46%	54%	59%	41%
kokonaiskustannus	270 mk/t		316 mk/t	

Taulukko 37. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista biojätteen kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä (AK-AR -alue).

Osakustannus	Järjestelmä					
	120/240/330 I		600 I		Molok	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	17%	2%	20%	2%	0%	0%
astiakustannus	21%	17%	29%	11%	41%	29%
ajoneuvokustannus	11%	16%	10%	14%	6%	9%
henkilötyökustannus	0%	16%	0%	14%	0%	15%
yht.	49%	51%	59%	41%	47%	53%
kokonaiskustannus	206 mk/t		246 mk/t		349 mk/t	

Taulukko 38. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista biojätteen kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä (AO -alue).

Osakustannus	Järjestelmä	
	120/240 I	
	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	19%	7%
astiakustannus	17%	20%
keräysajoneuvokustannus	10%	13%
henkilötyökustannus	0%	14%
yht.	46%	54%
kokonaiskustannus	713 mk/t	

Taulukko 39. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista kuivajätteen kiinteistökohtaisessa keräyksessä (AK-AR -alue).

Osakustannus	Järjestelmä					
	pk/600 I		Molok		600 I	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	3%	1%	0%	0%	20%	9%
astiakustannus	56%	0%	51%	24%	29%	0%
ajoneuvokustannus	11%	14%	5%	8%	11%	15%
henkilötyökustannus	0%	15%	0%	12%	0%	16%
yht.	70%	30%	56%	44%	60%	40%
kokonaiskustannus	250 mk/t		350 mk/t		390 mk/t	

Taulukko 40. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista kuivajätteen kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä (AK-AR -alue).

Osakustannus	Järjestelmä					
	pk/600 l		Molok		600 l	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	5%	1%	0%	0%	21%	6%
astiakustannus	39%	0%	51%	25%	30%	0%
ajoneuvokustannus	16%	19%	5%	7%	11%	16%
henkilötyökustannus	0%	20%	0%	12%	0%	16%
yht.	60%	40%	56%	44%	62%	38%
kokonaiskustannus	198 mk/t		315 mk/t		338 mk/t	

Taulukko 41. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista kuivajätteen kiinteistökohtaisessa keräyksessä (AO -alue).

Osakustannus	Järjestelmä	
	jätessäkki	
	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	18%	0%
astiakustannus	0%	22%
ajoneuvokustannus	16%	21%
henkilötyökustannus	0%	23%
yht.	34%	66%
kokonaiskustannus	474 mk/t	

Taulukko 42. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista kuivajätteen kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä (AO -alue).

Osakustannus	Järjestelmä			
	Molok		600 l	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	0%	0%	28%	16%
astiakustannus	59%	19%	40%	0%
ajoneuvokustannus	4%	7%	4%	6%
henkilötyökustannus	0%	11%	0%	6%
yht.	63%	37%	72%	28%
kokonaiskustannus	821 mk/t		1150 mk/t	

Taulukko 43. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista paperin kiinteistökohtaisessa keräyksessä (AK-AR -alue).

Osakustannus	Järjestelmä					
	pk/600 l		Molok		600 l	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	0%	0%	0%	0%	30%	4%
astiakustannus	80%	0%	79%	0%	44%	0%
ajoneuvokustannus	5%	8%	5%	6%	6%	8%
henkilötyökustannus	0%	7%	0%	10%	0%	8%
yht.	85%	15%	84%	16%	80%	20%
kokonaiskustannus	317 mk/t		358 mk/t		434 mk/t	

Taulukko 44. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista paperin kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä (AK-AR -alue).

Osakustannus	Järjestelmä					
	pk/600 l		Molok		600 l	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	0%	0%	0%	0%	31%	2%
astiakustannus	68%	0%	67%	0%	45%	0%
ajoneuvokustannus	7%	13%	7%	10%	6%	8%
henkilötyökustannus	0%	12%	0%	16%	0%	8%
yht.	75%	25%	74%	26%	82%	18%
kokonaiskustannus	205 mk/t		244 mk/t		392 mk/t	

Taulukko 45. Pääoma- ja käyttökustannusten %-osuus kokonaiskustannuksista paperin kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä (AO -alue).

Osakustannus	Järjestelmä			
	Molok		600 l	
	pääomak.	käyttök.	pääomak.	käyttök.
keräyspistekustannus	0%	0%	34%	6%
astiakustannus	89%	0%	50%	0%
ajoneuvokustannus	1%	4%	3%	3%
henkilötyökustannus	0%	6%	0%	4%
yht.	90%	10%	87%	13%
kokonaiskustannus	1143 mk/t		1285 mk/t	

Keräystyoajan vaikutus kustannuksiin

Taulukossa 46 tarkastellaan eri järjestelmien keräystyoajan (h/a) jakautumista keräyksen ja kuljetuksen eri vaiheisiin. Hukka-ajan ja varikolle ajon osuutta (yhteensä noin 14% keräystyoajasta) ei ole esitetty. Käytetyt lyhenteet on selitetty taulukoissa 26 ja 27.

Astioiden keräykseen ja kuljetukseen kuluva kokonaisaika (keräystyoaika) on keskeisin tekijä, joka määrittää henkilötyökustannusten ja keräysajoneuvokustannusten osuuden (15 - 55 %) kokonaiskustannuksista. Keräystyoajasta 40 - 65 % (taulukko 46) muodostuu keräyspisteessä suoritettavasta tyhjennystyöstä (tulo- ja lähtövalmistelut sekä astioiden tyhjennys).

Taulukko 46 osoittaa keräystavan ja aluetyypin (keräyspistekohtainen jätemäärä/noutokerta ja keräyspistelukumäärä), keräysjärjestelmän (astialukumäärä, tyhjennysaika/astia) ja jätetyypin (ominaiskertymä $m^3/as/a$) vaikutuksen keräysaikaan ja keräysajan jakautumisen eri keräys- ja kuljetusvaiheiden osalle. Mitä pienempi on jätetonnin kohden käytetty keräysaika (ominaiskeräysaika) sitä pienempi on tyhjennystyoajan suhteellinen osuus.

Vähiten ominaiskeräysaikaa kuluu paperin keräykseen pk/600 l -järjestelmällä (0,32 h/jätetonnin). Tuloksista voidaan havaita, että jäte- ja keräysaluetyypin vaikutus ominaiskeräysaikaan voidaan minimoida keräysjärjestelmän valinnalla. Kerros- ja rivitalo-alueella paperinkeräys 600 litran astialla vie 1,5 kertaa enemmän aikaa kuin pk/600 l -järjestelmän käyttö. Paperinkeräys omakotitaloalueella 600 litran astialla kaksinkertaistaa tarvittavan ajan.

Suurin ominaiskeräysaika muodostuu sekajätteen kiinteistökohtaisessa säkkikeräyksessä omakotitaloalueella (1,88 h/jätetonnin). Se on 4,5 kertaa suurempi kuin sekajätteen kiinteistöryhmäkohtaiseen keräykseen Molok-järjestelmällä tarvittava aika kerros- ja rivitaloalueella ja 3 kertaa suurempi kuin keräys kiinteistökohtaisesti 600 litran astialla (todellisuudessa pääasiallinen tapa tarkastelualueella) kerros- ja rivitaloalueella.

Eri jäte- ja keräysaluetyypien pienimmät ominaiskeräysajat saavutetaan eri keräysjärjestelmillä. Ero tarvittavassa ominaiskeräysajassa samaa jätetyypin kerättäessä voi olla 1,5 - 1,8 -kertainen keräysjärjestelmien kesken. Tulokset osoittavat, että pienin ominaiskeräysaika saavutetaan järjestelmällä, joka rakentuu erilaisten keräysastioiden käytöstä samanaikaisesti tarkasteltavalla keräysalueella. Pienillä keräysalueilla (1 - 3 kuormaa/tyhjennyskerta) eri astiatyyppien käyttöä saattaa rajoittaa niiden tyhjennettävyyden samaan keräysajoneuvoon.

Ominaiskeräysajan minimointi erilaisia astioita keräysjärjestelmässä käyttäen edellyttää todennäköisesti muutosta jätetaksamenettelyyn siten, että astiatyyppi ei samanlaisella keräysalueella vaikuta hinnoitteluun. Astiatyyppien eliminointi on mahdollista siirtymällä painomääräiseen taksoitukseen, jossa lisäksi otetaan huomioon keräyspisteoloista (kuten astian kuljetusmatka keräysajoneuvon luo) aiheutuvat kustannuserot. Eri keräysaluetyypien vaikutus kustannuksiin on otettavissa huomioon hinnoittelemalla painoperusteinen taksa eri suuruiseksi.

Taulukko 46. Keräystyoaika ja sen jakautuminen eri keräys- ja kuljetusvaiheisiin.

Järjestelmä	Keräystapa+ keräysalue	Ominais aika h/t	Keräystyö- aika h/a	Tyhjennys- työ %	Ajo keräys- alueella %	Ajo tyhj.- paikalle %	Kuorman purku %
sekajäte							
Molok	kr+AK-AR	0,42	1293	46,1	1,4	34,1	4,7
pk/600 l	kr+AK-AR	0,46	1446	52,7	4,8	23,6	5,2
Molok	kk+AK-AR	0,46	1442	50	1,5	30,6	4,2
pk/600 l	kk+AK-AR	0,56	1728	57,3	4,9	19,7	4,4
600 l	kr+AK-AR	0,61	1913	57,3	7,3	17,8	3,9
600 l	kk+AK-AR	0,68	2114	58,6	8	16,1	3,6
600 l	kr+AO	1,05	211	55	18,4	10,5	2,4
Molok	kr+AO	1,11	222	67,4	4,5	12,8	1,7
säkki	kk+AO	1,88	377	68	11,3	5,8	1,3
kuivajäte							
Molok	kr+AK-AR	0,50	1042	48,2	1,7	32	4,4
pk/600 l	kk+AK-AR	0,51	1052	55,9	4	21,6	4,8
pk/600 l	kr+AK-AR	0,54	1126	55,5	6,2	20,1	4,5
Molok	kk+AK-AR	0,57	1192	52,7	1,8	27,9	3,9
600 l	kr+AK-AR	0,72	1494	58,4	9,4	15,2	3,4
600 l	kk+AK-AR	0,83	1717	60,3	9,9	13,2	2,9
600 l	kr+AO	0,95	127	56,8	15,3	11,5	2,5
Molok	kr+AO	1,19	159	66,4	4,4	13,5	1,9
säkki	kk+AO	1,45	194	66,1	11	7,5	1,7
biojäte							
120/240/330 l	kr+AK-AR	0,43	447	39,6	15,6	25,4	5,6
600 l	kr+AK-AR	0,45	469	41,9	14,8	24,2	5,4
120/240 l	kk+AK-AR	0,55	566	46,8	15	20,1	4,4
600 l	kk+AK-AR	0,57	586	48,2	14,5	19,4	4,3
Molok	kr+AK-AR	0,73	752	70,4	3,6	10,8	1,5
120/240 l	kr+AO	1,30	87	45,2	30,9	8,4	1,9
bio + kuiva							
120/240+pk/600 l	kr, kk+AK-AR	0,48	1499	50,5	7,9	22,9	5
120/240+Molok	kr+AK-AR	0,48	1489	45,3	6,4	29,8	4,8
120/240+pk/600 l	kk+AK-AR	0,52	1618	52,9	7,7	21,1	4,6
optinen laj.	kr+AK-AR	0,56	1746	54,5	8	19,5	4,3
optinen laj.	kk+AK-AR	0,63	1948	56,2	8,7	17,5	3,9
lokeroauto	kr+AK-AR	0,66	2058	55,7	6,8	17,3	6,7
lokeroauto	kk+AK-AR	0,75	2337	57,9	7,3	15,2	5,9
optinen laj.	kr+AO	0,98	197	53	19,7	11,1	2,5
120/240+600 l	kr+AO	1,07	214	52,9	20,5	10,6	2,3
lokeroauto	kr+AO	1,23	247	57,6	15,7	9,3	3,6
paperi							
pk/600 l	kk+AK-AR	0,32	295	40,7	3,3	34,7	7,6
pk/600 l	kr+AK-AR	0,32	302	39,6	5,3	33,9	7,5
pk/600 l	ak+AK-AR-AO	0,32	311	37,3	6,4	35	7,7
600 l	ak+AK-AR-AO	0,40	402	43,4	9,9	27,1	6
600 l	kr+AK-AR	0,42	392	45,5	8,9	26,1	5,8
Molok	ak+AK-AR-AO	0,42	417	58,4	3,8	21,1	2,6
600 l	kk+AK-AR	0,47	442	48,5	9,6	23,1	5,1
Molok	kk+AK-AR	0,49	461	63,3	2,5	18	2,5
Molok	kr+AK-AR	0,54	504	63,9	3,6	16,5	2,3
600 l	kr+AO	0,63	38	47,3	17,7	17,4	3,8
Molok	kr+AO	0,84	51	69,2	4,6	10,5	1,5

Ajo keräysalueella (siirtyminen keräyspisteestä toiseen) muodostaa kerros- ja rivitalo-alueella (biojätteen keräystä lukuunottamatta) alle 10 % koko keräystyöajasta. Omakotitaloalueella ja biojätettä kerättäessä osuus on noin 15 % lukuunottamatta Molok-järjestelmää (osuus noin 3,6 %) ja 120/240 l -järjestelmää (30,9 %). Jos jätteen noutotiheyttä ei harvenneta, säilyy tyhjennystyöajan osuus Molok-järjestelmässä suurena, jolloin vastaavasti siirtymäajan osuus on pieni.

Kuorman ajo tyhjennyspaikalle muodostaa 15 - 35 % keräystyöajasta kerros- ja rivitalo-alueella ja 6 - 17 % omakotitaloalueella. Kuorman purkuajan osuus on 1,5 - 8 % keräystyöajasta. Hukka-ajan (mm. tauot) ja varikolle ajojen osuus on samansuuruinen, noin 14 % keräystyöajasta, kaikissa tarkastelluissa keräysjärjestelmissä.

Kun kuorman purkuaika edustaa suhteellisen pientä osuutta ja matka tyhjennykseen on sama, määrää tyhjennystyöaika muiden aikatekijöiden keskinäisen %-osuuden keräystyöajasta. Keräystavalla (keräyspisteiden lukumäärä, keräysreitin pituus) on suhteellisen vähäinen vaikutus kokonaisaikaan, kun keräysaluetyyppi on sama.

Kustannusrakenteen tarkastelu

Pääomakustannukset muodostavat useimmissa tarkastelluissa järjestelmissä 30 - 60 % keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannuksista. Pienin osuus (28 %) on sekajätteen sakkikeräyksellä omakotitaloalueella, mikä johtuu pienistä keräyspistekustannuksista ja aluetyypin (pieni keräyspistekohtainen jätemäärä) käyttökustannuksia lisäävästä vaikutuksesta. Suurin pääomaosuus, 75 - 90 % kokonaiskustannuksista, on paperinkeräyksessä.

Pääomakustannuksista 5 - 15 % aiheutuu keräysajoneuvosta ja loput, 45 - 75 % kokonaiskustannuksista, astioista ja keräyspisteestä. Paperinkeräyksessä astioiden ja keräyspisteen aiheuttamat pääomakustannukset ovat jopa yli 80 % kokonaiskustannuksista. Kokonaisuudessaan keräysajoneuvon vaikutus kokonaiskustannuksiin on 15 - 35 % (Molok-järjestelmässä 10 - 15 % ja paperinkeräyksessä 5 - 15 %). Henkilötyökustannusten osuus on 15 - 20 % (paperinkeräyksessä alle 10 %). Astioista ja keräyspisteistä johtuva pääomakustannus ei yleensä sisälly jätetaksoihin eikä ole siten myöskään mukana jätehuollon kustannustarkasteluissa. Astioiden ollessa vuokrattuja on tämä kustannus osittain mukana.

Taulukoissa 32 - 45 esitettyjen tulosten mukaan pääomakustannusten suhteellinen osuus kasvaa, kun keräyspisteestä kerralla noudettava jätemäärä suurenee. Kerralla noudettavaan jätemäärään vaikuttavat noutotiheys, ominaisjätemäärä ja keräyspistealueen koko. Toisaalta myös pieni keräyspistekohtainen jätemäärä voi lisätä pääomakustannusten osuutta, jos astioiden täyttöaste on alhainen.

Jätetyypin ominaisuudet vaikuttavat keräysastian valintaan, jolla on suora vaikutus pääoma- ja käyttökustannusten väliseen suhteeseen. Rakenne- ja tyyppivaatimukset nostavat astian hintaa, ja tarve pesuun tai jättesäkkeihin lisää käyttökustannuksia.

Keräysalueen asukastiheyden pienentyminen kasvattaa keräysajoneuvo- ja henkilötyökustannusten suhteellista osuutta, erityisesti, jos keräyspisteen kokoa ei voida suurentaa tai noutotiheyttä pienentää.

Keräysastian valinta voi myös lisätä pääomakustannuksia, jos siitä seuraa merkittäviä keräyspisteen rakentamisinvestointeja.

Tämän tutkimuksen kustannustarkastelun tulokset osoittavat, että keräyksen ja kuljetuksen suunnittelussa huomio on kiinnitettävä tyhjennystyöajan ja astiavalinnasta johtuvien pääomakustannusten minimointiin. Jälkimmäisen seikan osalta on hinnan lisäksi otettava huomioon astioiden täyttöaste, jonka optimointi on sitä helpompia mitä suurempi keräyspisteestä kerralla noudettava jätemäärä on.

5.5.6 Biojätteen erilliskeräyksen vaikutus kokonaiskustannuksiin

Tässä luvussa verrataan sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannuksia erikseen kerättävien bio- ja kuivajätteen kustannuksiin. Paperinkeräys on molemmissa vaihtoehtoissa oma, erillinen järjestelmänsä eikä siten vaikuta tarkasteltaviin kustannuksiin.

Kuvissa 44 ja 46 esitettävät sekajätteen sekä bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset on laskettu yhtä jätetonnin kohden (mk/t). Bio- ja kuivajätteestä koostuva jätetonne sisältää ko. jätelajeita niiden ominaiskertymien suhteessa. Taulukossa 47 esitetään minimi-, maksimi- ja keskiarvokertymien mukaiset biojätteen ja kuivajätteen %-osuudet jätetonnista.

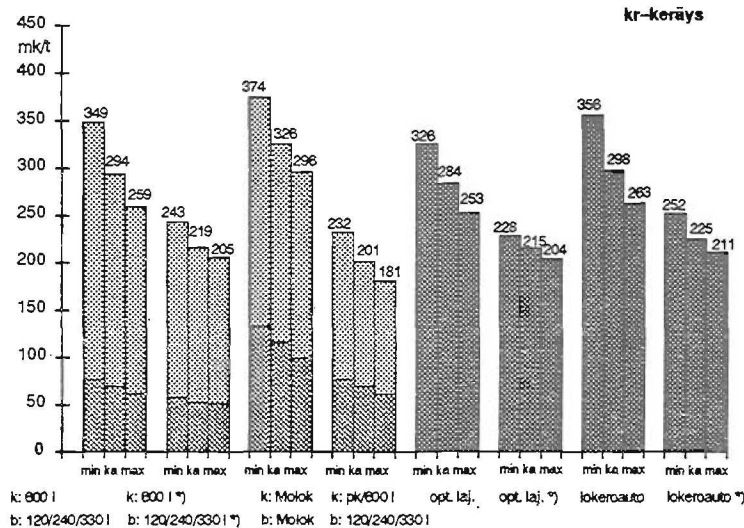
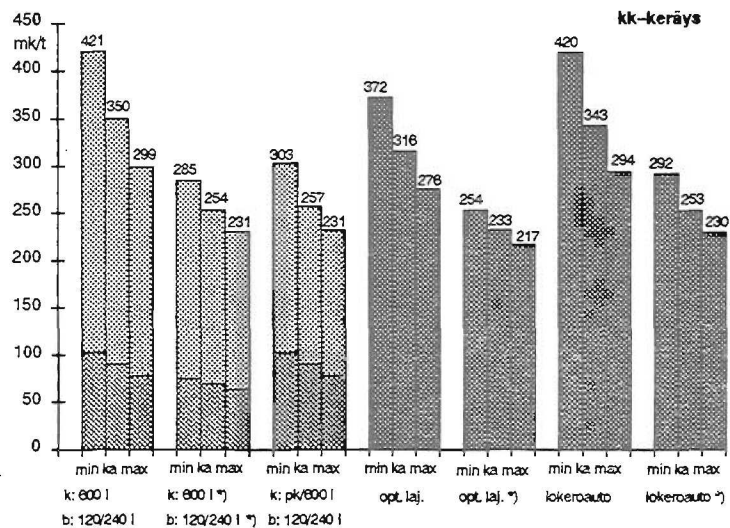
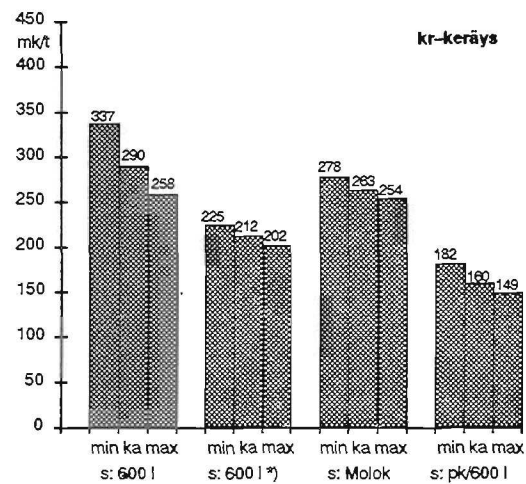
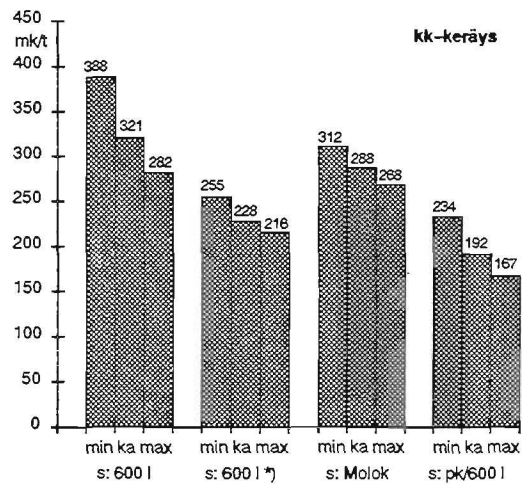
Taulukko 47. Biojätteen ja kuivajätteen %-osuudet jätetonnista.

Jätejake	%osuus jätetonnista		
	min	ka	max
biojäte	28,60	33,30	33,30
kuivajäte	71,40	66,70	66,70

Koska keräyspistekustannuksia aiheuttavien jätekatosten rakentaminen ei ole määräysten mukaan pakollista, on kuvissa 44 ja 46 esitetty myös vaihtoehto, jossa 600 litran -, 120/240 l - ja 120/240/330 l -järjestelmien kokonaiskustannuksista on vähennetty keräyspistekustannukset. Myös lokeroauton ja optisen lajittelun käyttöön perustuvista järjestelmistä on tarkasteltu vaihtoehtoa, jossa kokonaiskustannuksista on vähennetty keräyspistekustannukset.

Kerros- ja rivitaloalue

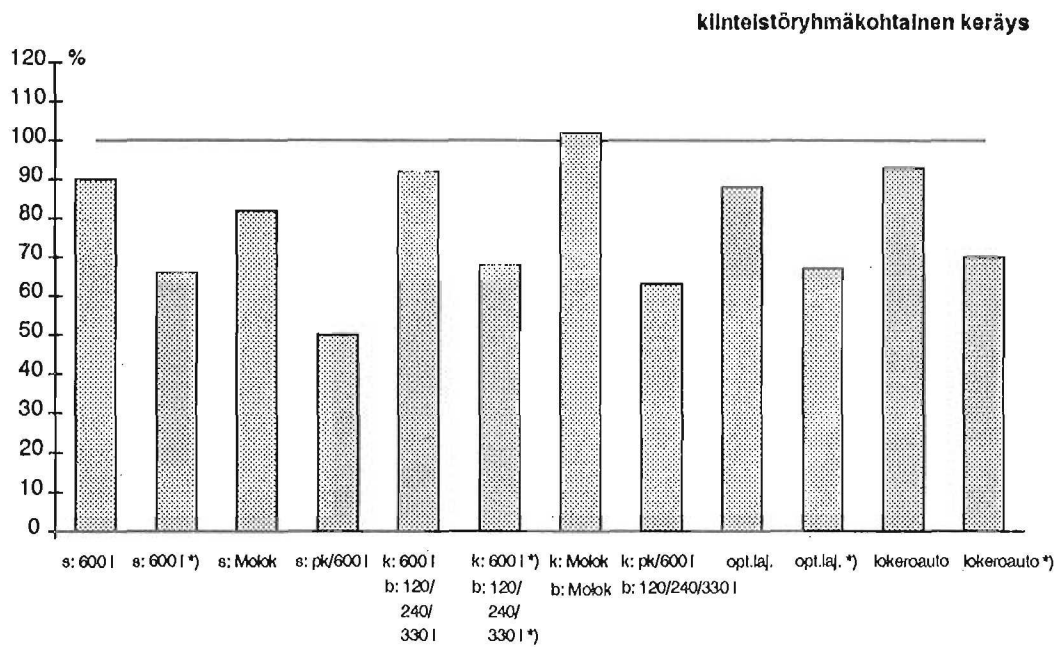
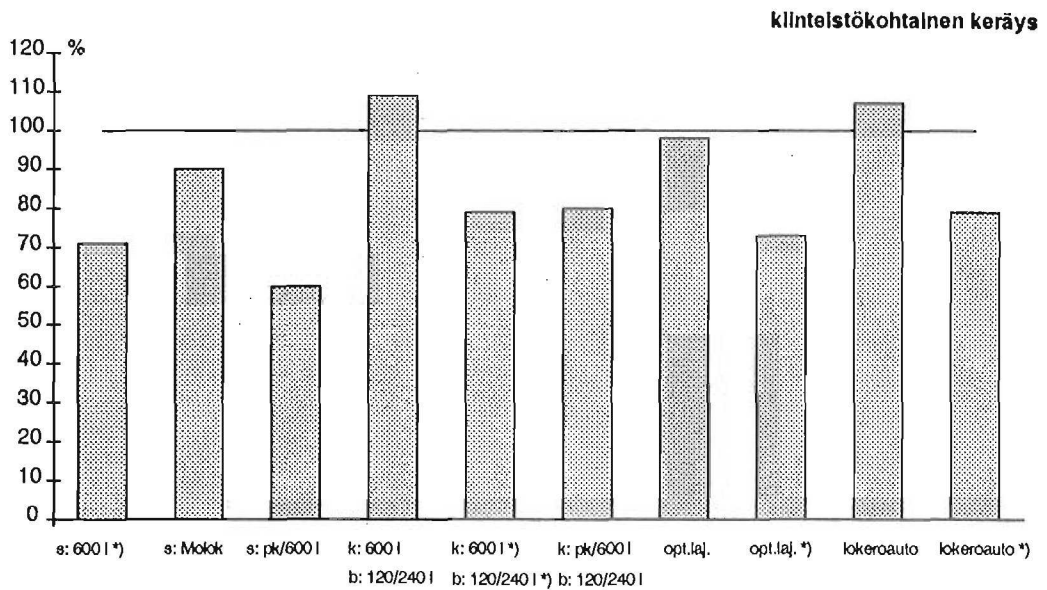
Kuvassa 44 esitetään kerros- ja rivitaloalueen sekajätteen sekä bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset kiinteistökohtaista ja kiinteistöryhmäkohtaista keräystapaa käytettäessä. Kuvassa 45 on verrattu kerros- ja rivitaloalueella käytettyjen järjestelmien kokonaiskustannuksia sekajätteen kiinteistökohtaisen keräyksen 600 litran -järjestelmän kustannuksiin. Järjestelmä valittiin vertailutasoksi (100%), koska tarkastelualueella kerätään todellisuudessa sekajätettä 600 litran jäteastioilla. Myös kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen järjestelmiä on verrattu kiinteistökohtaiseen 600 litran -järjestelmään. Kustannusluvut perustuvat jätelajien keskiarvokertymiin.



k: kuivajäte
 b: biojäte
 s: sekajäte
 biojäte+kuivajäte

*) ilman keräyspistekustannuksia

Kuva 44. Sekajätteen sekä bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella.



k: kuivajäte
 b: biojäte
 s: sekajäte
 — sekajäte, 600 litran -järjestelmä, kk-keräys
 *) ilman keräyspistekustannuksia

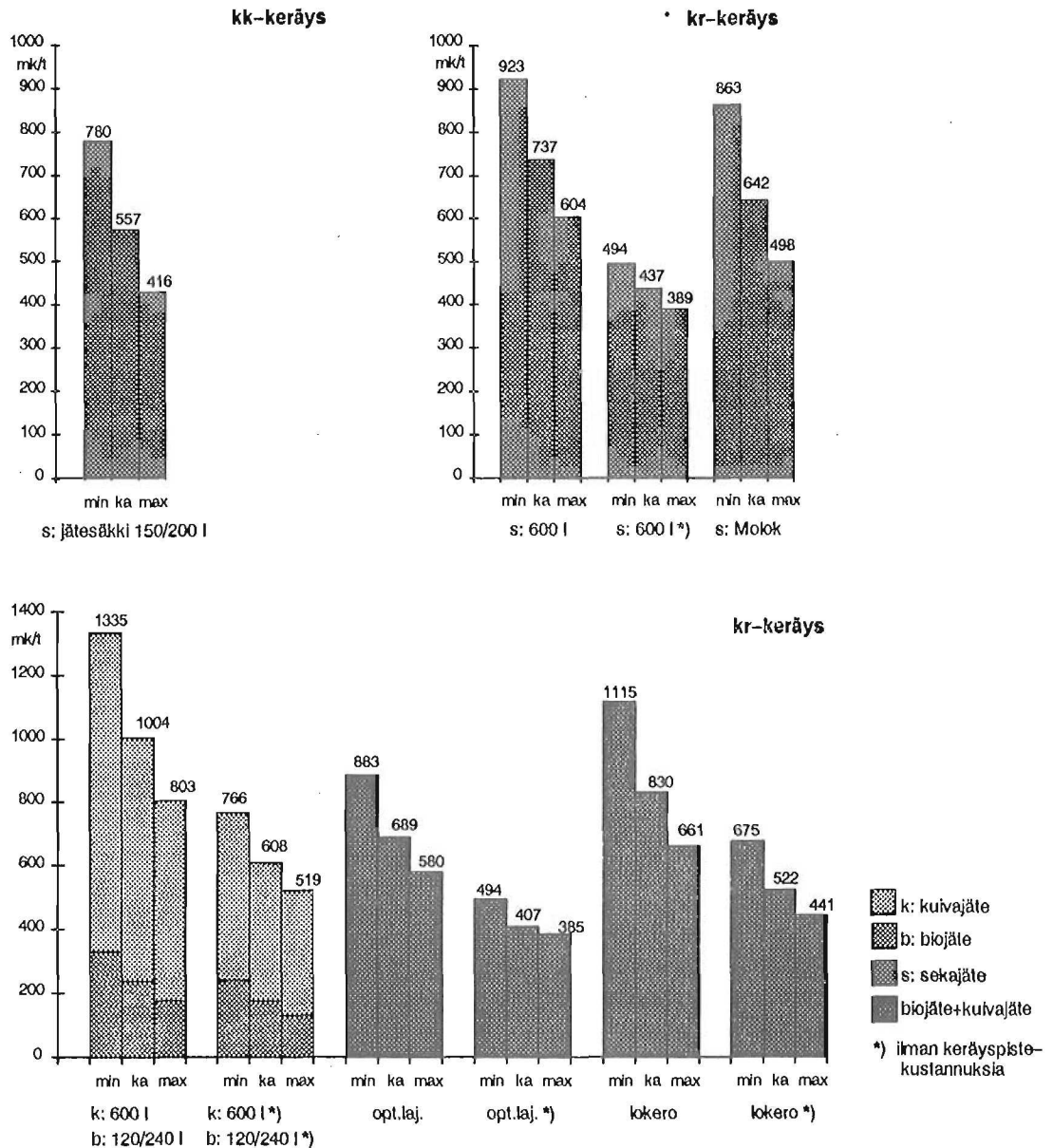
Kuva 45. Kerros- ja rivitaloalueen keräys- ja kuljetusjärjestelmien kustannukset verrattuna sekajätteen kiinteistökohtaisen 600 litran -järjestelmän kustannuksiin.

Omakotitaloalue

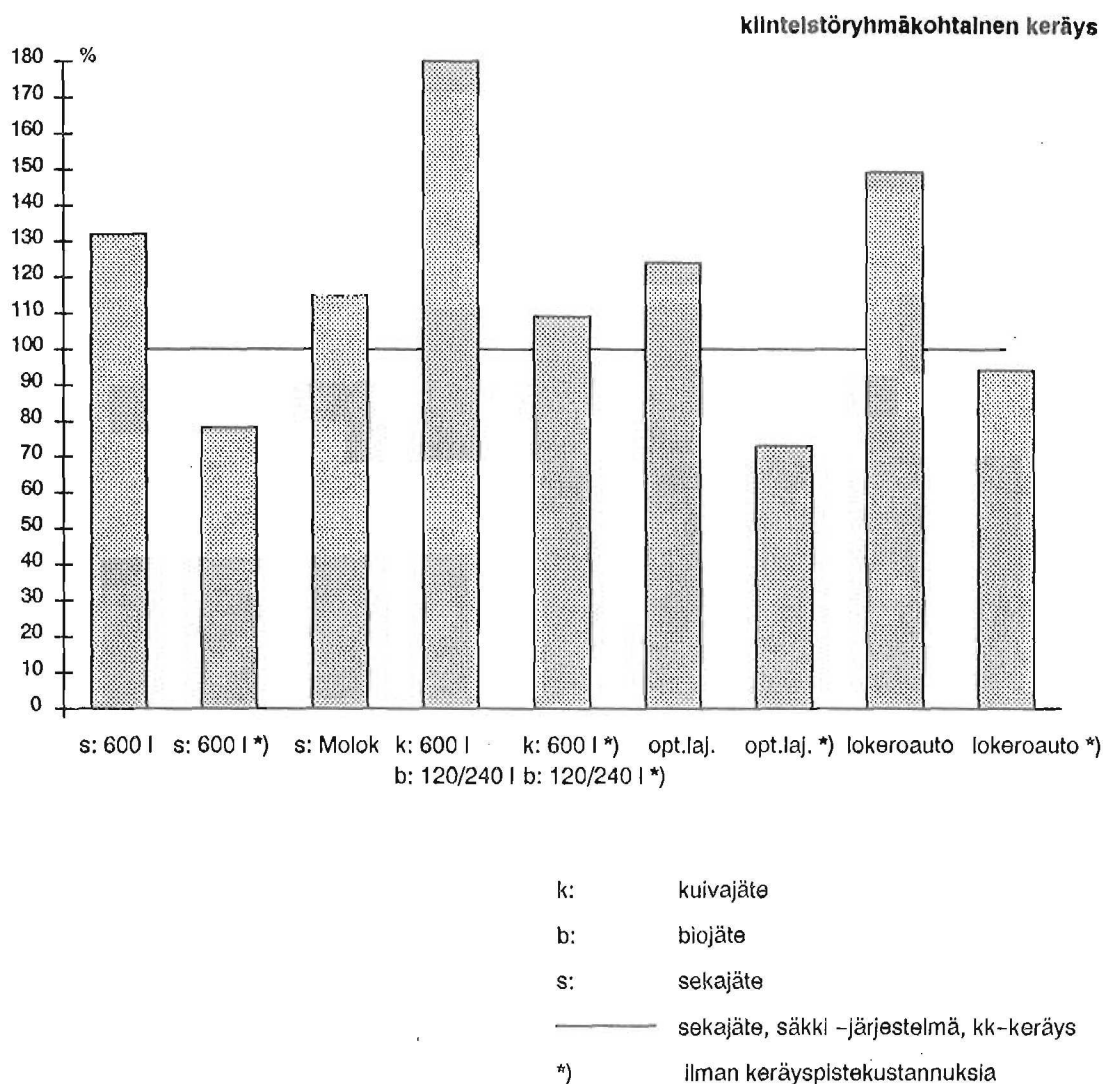
Koska laskentaesimerkissä ei tarkasteltu kiinteistökohtaista keräystapaa omakotitalo-alueen biojätteen keräyksessä, on biojätteen erilliskeräyksen vaikutusta kustannuksiin tarkasteltu ainoastaan kiinteistöryhmäkohtaista keräystavan osalta.

Kuvassa 46 esitetään omakotitaloalueen sekajätteen sekä bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset.

Kuvassa 47 on verrattu omakotitaloalueella käytettyjen kiinteistöryhmäkohtaisten järjestelmien kokonaiskustannuksia sekajätteen kiinteistökohtaisen säkki-järjestelmän kustannuksiin. Kuten kerros- ja rivitaloalueella on omakotitaloalueellakin vertailutasoksi valittu tarkastelualueen nykyisen käytännön mukainen järjestelmä. Kuvan 47 arvot on laskettu jätelajien keskiarvokertymien perusteella.



Kuva 46. Sekajätteen sekä bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella.



Kuva 47. Omakotitaloalueen kiinteistöryhmäkohtaisten keräys- ja kuljetusjärjestelmien kokonaiskustannukset verrattuna sekajätteen kiinteistökohtaisen säkki-järjestelmän kustannuksiin.

Tulosten tarkastelu

Kerros- ja rivitaloalueella kokonaiskustannusten (kuva 45) tarkastelu osoittaa, että syntypaikkalajitteluun perustuva erilliskeräys ei välttämättä lisää keräyksen ja kuljetuksen kustannuksia. Ilman merkittävää järjestelmien kehittämistäkin (ks. kuivajäte 600 l + biojäte 120/240 l sekä lokeroauto) kustannusten nousu olisi vain 5 - 9 %.

Keräys- ja kuljetusjärjestelmän kehittämisellä voidaan kokonaiskustannuksia alentaa 70 - 80 prosenttiin nykytasosta, vaikka siirrytäänkin sekajätteen keräyksestä erilliskeräykseen. Kiinteistöryhmäkohtainen keräys vaihtoehdolla, jossa biojäte kerätään 120/240/330 l -järjestelmällä ja kuivajäte pk/600 l -järjestelmällä, on vain noin 60 % vertailutasona käytetyn sekajätteen 600 l -järjestelmän kustannuksista.

Tarkastelun mukaan kerros- ja rivitaloalueella lokeroautoon tai optiseen lajitteluun perustuvan järjestelmän käyttö ei alenna kustannuksia merkittävästi, mikäli järjestelmiä ei muiltakin osin kehitetä. Järjestelmien etuna on se seikka, että keräysajoneuvojen käyntikerrat keräyspisteessä eivät lisäännä erilliskeräykseen siirryttäessä.

Kiinteistökohtaisessa keräyksessä ei sovellettu Molok-järjestelmää erilliskeräykseen. Edellä luvussa 5.5.2 suoritettun tarkastelun perusteella biojätteen keräyksessä astian täyttöaste jäisi alhaiseksi, jollei tyhjennystiheyttä valita harvaksi (6 - 12 kertaa vuodessa). Kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä Molok-järjestelmän kokonaiskustannukset vastasivat nykytasoa, kun biojätteen tyhjennyskertoja oli vuodessa 26 kpl ja kuivajätteen 17 kpl. Kustannushyötyjen saaminen Molok-järjestelmää käyttäen edellyttää harvempaa tyhjennystiheyttä kuin muissa järjestelmissä. Tällöin tyhjennystyöaika keräyspisteissä ja sisäsäkeistä aiheutuva käyttökustannus muodostuvat pienemmiksi.

Omakotitaloalueella biojätteen kiinteistöryhmäkohtaiseen erilliskeräykseen siirtyminen nostaa kustannukset (kuva 47) 1,2 - 1,8 -kertaisiksi vertailujärjestelmään (sekajätteen sakkikeräys) nähden, mikäli tarvitaan investointeja vaativia keräyspisterakenteita, kuten katoksia. Selvästi nykytilannetta halvemmaksi kokonaiskustannuksiltaan tulisivat vain lokeroautoon ja optiseen lajitteluun perustuvat järjestelmät ilman keräyspistekustannuksia.

Omakotitaloalueella sekajätteen keräys ja kuljetus jätessäki- ja 600 litran -järjestelmiä käyttäen on 1,7 kertaa kalliimpaa kuin niiden keräys 600 litran astioilla kerros- ja rivitaloalueella. Bio- ja kuivajätteen erilliskeräyksessä (omakotitaloalueella kiinteistöryhmäkohtainen keräys) ero kerros- ja rivitaloalueeseen verrattuna on 2 - 3 -ertainen verrattavista järjestelmistä riippuen. Omakotitaloalueella lokeroautoon ja optiseen lajitteluun perustuvat järjestelmät ovat kustannuksiltaan edullisimmat, jos biojäte halutaan kerätä keskitettyyn käsittelyyn omatoimisen käsittelyn sijasta.

Omakotitaloalueella kiinteistöryhmäkohtaisen keräyspisteen suunniteltiin palvelevan 4 - 6 taloutta eli 15 - 20 asukasta. Pienimmän Molok-säiliön (1,3 m³) sijoittaminen tällaiseen keräyspisteeseen biojätteen keräystä varten edellyttäisi 6 kuukauden tyhjennysväliä eli kahta tyhjennyskertaa vuodessa. Näin harvan tyhjennystiheyden mahdollisuudesta kaupunkirakenteeseen kuuluvalla omakotitaloalueella ei ole tutkimus- tai kokemukseräistä tietoa. Jos tyhjennys tapahtuisi joka toinen viikko se edellyttäisi, että samaan keräyspisteeseen toisi biojätteensä yli 80 kotitaloutta. Näiden tarkastelujen perusteella katsottiin, että Molok-säiliö ei olisi sovellettavissa oleva järjestelmä taajaan omakotitaloalueen biojätteen keräykseen.

5.5.7 Jätteen keräyksen ja kuljetuksen yhteenlasketut kustannukset

Kuvissa 48 ja 49 esitetään tutkimuksen mukaiset kerros- ja rivitaloalueen kaikkien kerättävien jätejakeiden keräyksen ja kuljetuksen yhteenlasketut kustannukset kiinteistökohtaista ja kiinteistöryhmäkohtaista keräystapaa käytettäessä. Kuvasta 50 selviää omakotitaloalueen keräyksen ja kuljetuksen vastaavat kustannukset kiinteistöryhmäkohtaista keräystapaa käytettäessä. Tarkastelu on tehty käyttäen seuraavia vaihtoehtoja.

- I Sekalaisesta jätteestä lajitellaan erikseen ainoastaan keräyskelpoinen paperi.
- II Syntyvä jäte lajitellaan bio- ja kuivajätteeseen sekä keräyskelpoiseen paperiin.

Kustannukset on laskettu eri jätejakeista koostuvaa yhtä jätetonnin kohden. Jätetonnin sisältää jätejakeita niiden ominaiskertymien suhteessa. Taulukossa 48 esitetään jätejakeiden %-osuudet jätetonnista.

Taulukko 48. Jätejakeiden %-osuudet jätetonnista.

Jätejakee	% -osuus jätetonnista		
	min	ka	max
vaihtoehto I:			
sekajäte	75,00	76,90	77,80
paperi	25,00	23,10	22,20
vaihtoehto II:			
biojäte	21,40	25,60	25,90
kuivajäte	53,60	51,30	51,90
paperi	25,00	23,10	22,20

Tulosten tarkastelu

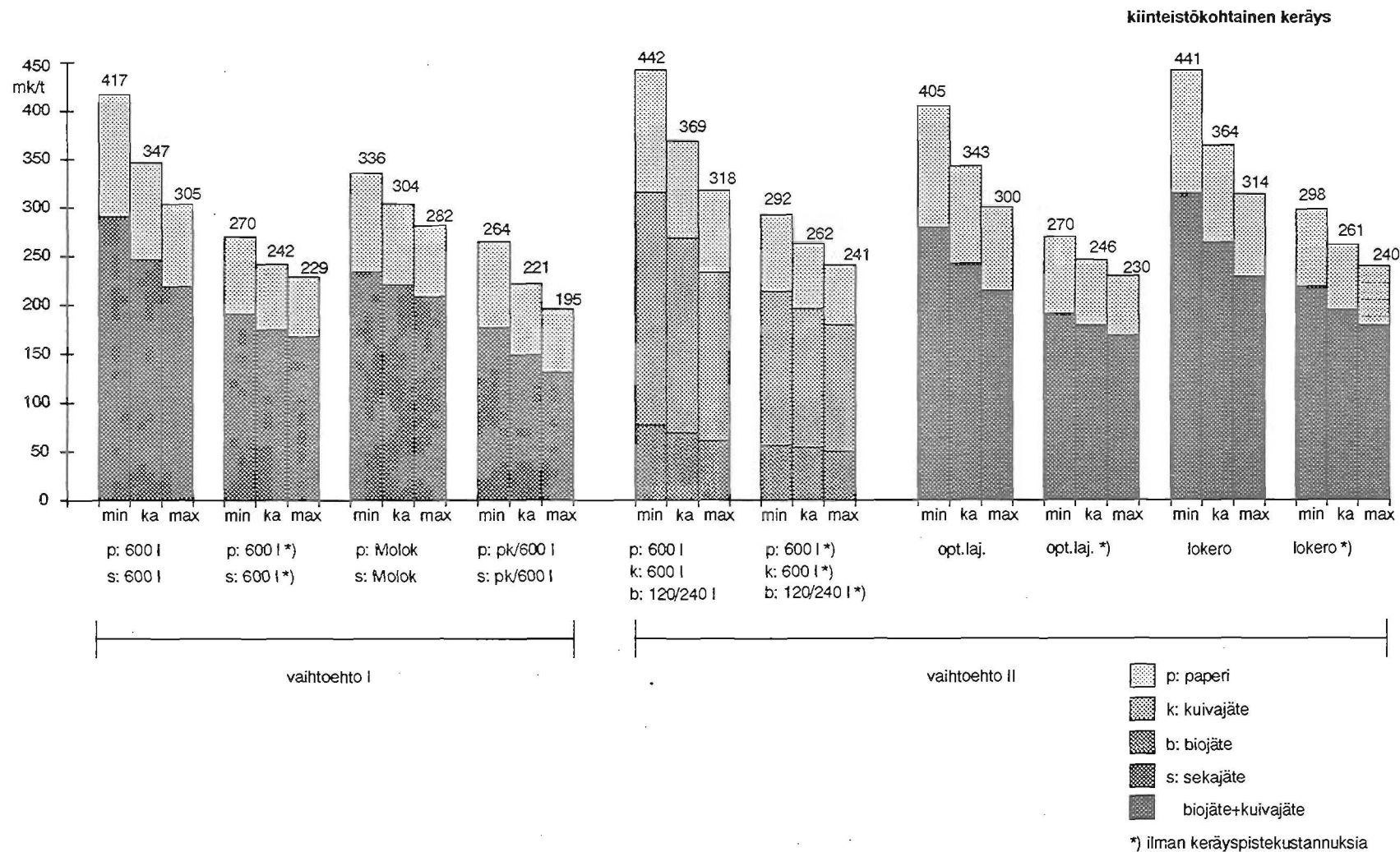
Kuvissa 48 - 50 esitetyt kustannukset eivät sisällä veroa eivätkä ns. liikevoittoa. Kustannusten absoluuttinen suuruus riippuu myös astioiden hankintaan ja keräyspisterakenteisiin todellisuudessa tarvittavien investointien suuruudesta, joka voi olla pienempikin kuin tässä tutkimuksessa on käytetty. Astioita hankittaessa saatavia alennuksia on vaikea arvioida, koska ne riippuvat astiatyypistä ja kertahankinnan suuruudesta.

Kuvassa 48 esitettyjen tulosten perusteella keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset sekajätettä ja paperia kerätessä (vaihtoehto I) olisivat kerros- ja rivitaloalueella 40 % pienemmät, jos 600 litran -järjestelmän sijasta olisi käytetty pk/600 l -järjestelmää. Kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen soveltaminen (kuva 49) alentaisi kustannuksia vielä enemmän.

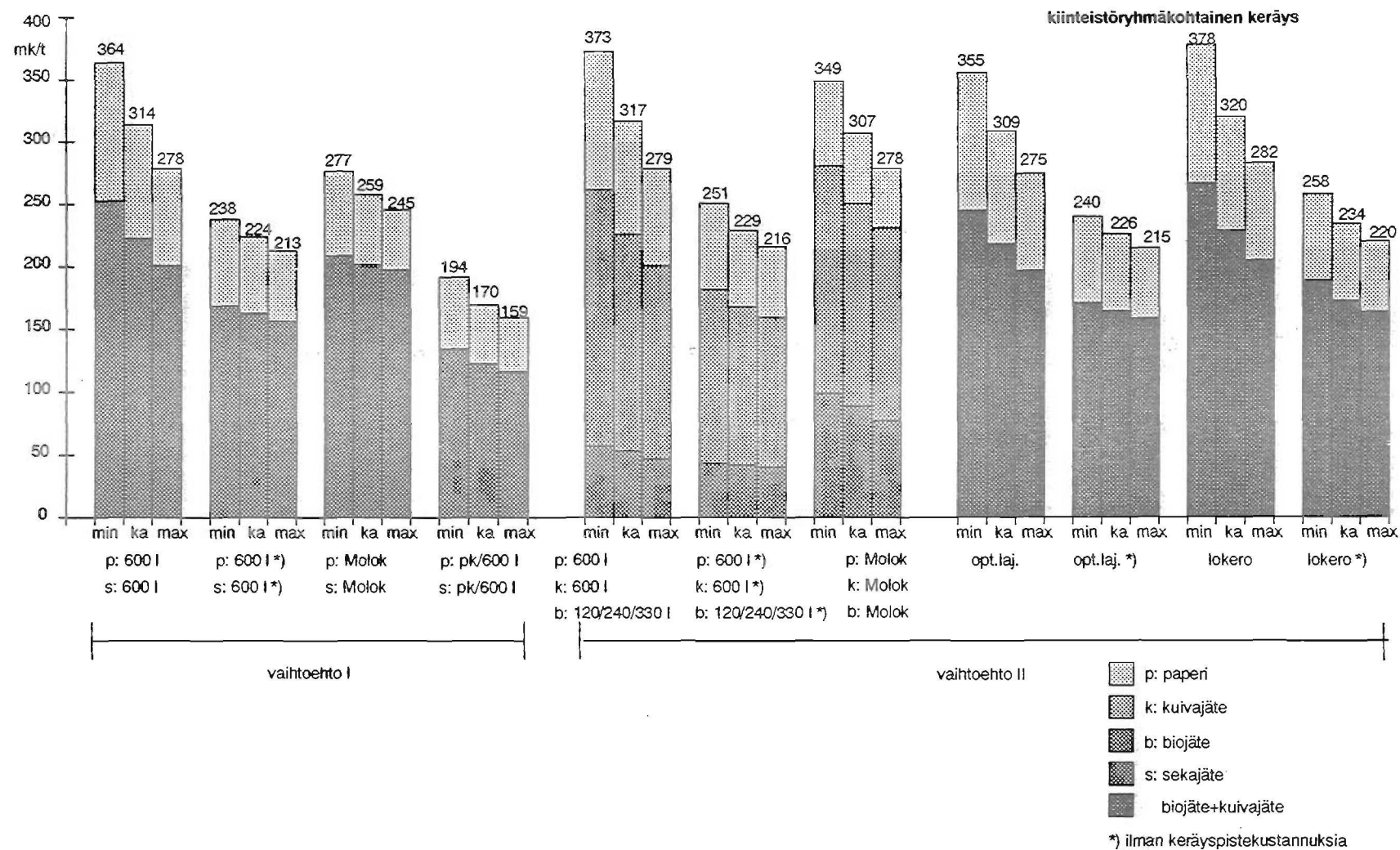
Kerros- ja rivitaloalueella paperin, biojätteen ja kuivajätteen erilliskeräys (vaihtoehto II) ei lisää keräyksen ja kuljetuksen kustannuksia. Järjestelmien valinnalla ja kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen osittaisellakin soveltamisella on mahdollista päästä jopa aiempaa (vaihtoehto I) selvästi pienempiin kustannuksiin.

Optiseen lajitteluun ja lokeroautoon perustuvat järjestelmät eivät tämän tutkimuksen mukaan tuota kovin suurta kustannushyötyä, jos astioiden ja keräyspisteen osalta ei tehdä kustannuksia alentavia muutoksia.

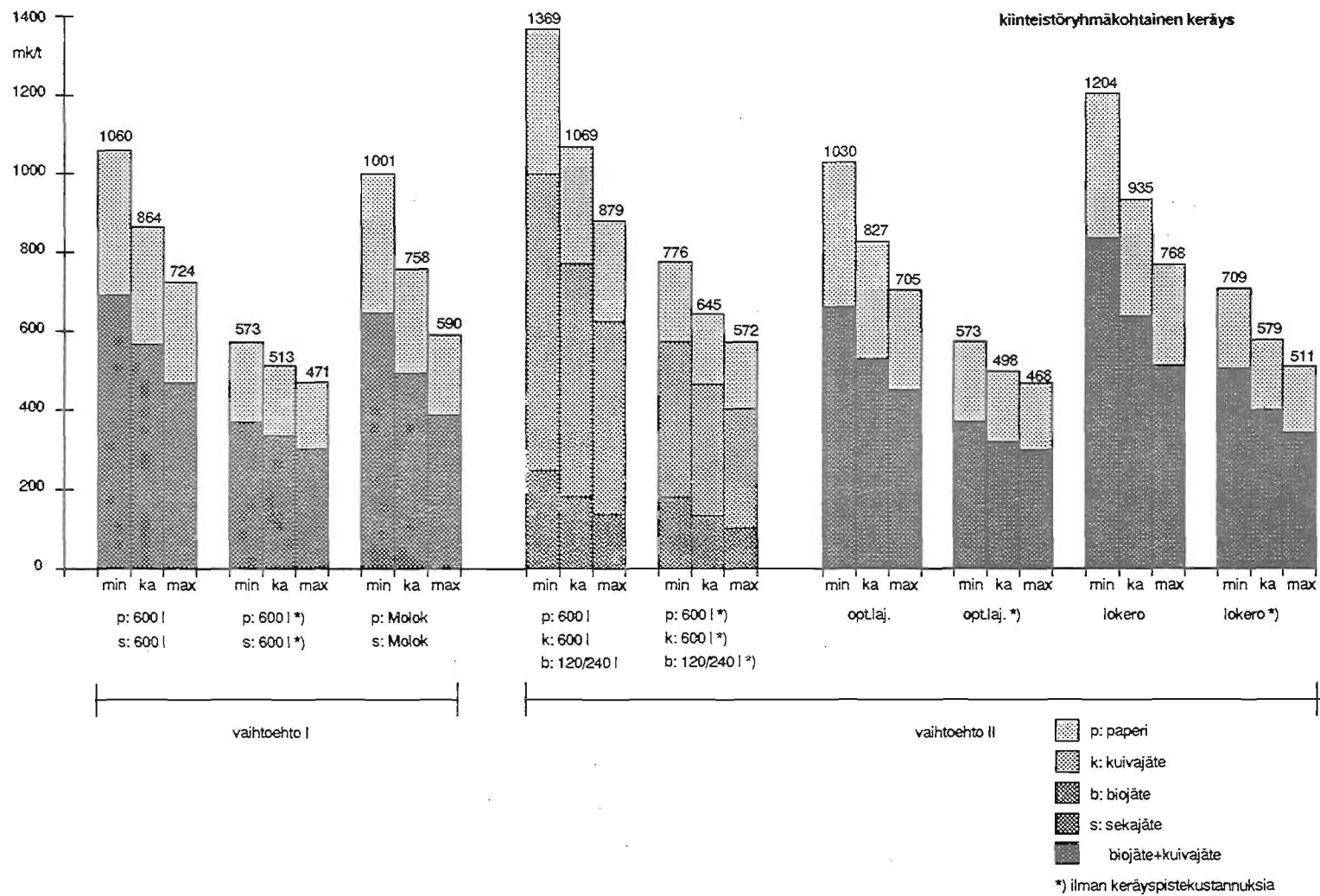
Omakotitaloalueella (kuva 50) keräyksen ja kuljetuksen yhteenlasketut kustannukset kaikkien jätelajien osalta ovat 2,0 - 2,6 kertaa suuremmat kuin kerros- ja rivitaloalueella. Keräysjärjestelmällä ja -tavalla on suuri vaikutus kokonaiskustannuksiin.



Kuva 48. Kerros- ja rivitaloalueen jätteiden keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset (kiinteistökohtainen keräys).



Kuva 49. Kerros- ja rivitaloalueen jätteiden keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset (kiinteistöryhmäkohtainen keräys).



Kuva 50. Omakotitaloalueen jätteiden keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset.

5.5.8 Tutkimuksen tulosten vertailu kuntien jätetaksoihin

Taulukkoon 49 on laskettu kerros- ja rivitaloalueen sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kiinteistökohtaista 600 litran -järjestelmää käytettäessä jäteastian yhtä tyhjennyskertaa kohden. Taulukossa 51 esitetään vastaavasti omakotitaloalueen sekajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset jätessäki-järjestelmää käytettäessä säkin yhtä tyhjennyskertaa kohden.

Taulukossa 50 esitetään 600 litran jäteastian tyhjennyksestä ja kuljetuksesta kaupungeissa perityn maksun suuruus. Tiedot perustuvat Suomen Kaupunkiliiton (1992) selvitykseen. Kaupunkien ilmoitusten mukaiset maksujen minimi-, keskimääräiset ja maksimi-arvot kuvaavat maksujen vaihtelua eri kaupunkien kesken. Ne eivät siten perustu suoraan jätekertymiin, kuten taulukoissa 49 ja 51 esitetyt lukuarvot. Arvot eivät sisällä jätteen käsittelystä perittävää maksua. Sen sijaan maksuihin saattaa sisältyä astioiden vuokrasta perittävä korvaus.

Jätessäkkien tyhjennyksestä ja kuljetuksesta perityt maksut sekä säkeistä perittävät korvaukset selviävät taulukosta 52.

Taulukko 49. Tutkimuksen mukainen astiastyhjennyksen hinta (mk/astia/tyhj.) 600 litran -järjestelmää käytettäessä (AK-AR -alue).

Osakustannus	Pääomakustannus			Käyttökustannus		
	min	ka	max	min	ka	max
keräyspistekustannus	3,63	2,75	2,02	1,64	1,24	0,91
astiakustannus	4,02	4,02	4,02	-	-	-
ajoneuvokustannus	1,65	1,57	1,49	2,18	2,07	1,97
hlötyökustannus	-	-	-	2,29	2,17	2,06
yht.	9,30	8,34	7,53	6,11	5,48	4,94

Taulukko 50. 600 litran astian tyhjennyksestä ja kuljetuksesta kaupungeissa perittävän maksun (mk/astia/tyhj.) minimi-, keskimääräiset ja maksimi-arvot (Suomen Kaupunkiliitto 1992).

Tyhjennys- ja kuljetusmaksu		
min	ka	max
7,00	16,81	23,85

Lukuarvoja vertailtaessa on otettava huomioon, että taulukoiden 49 ja 51 arvoihin ei sisälly veroa eikä yritysten toiminnalle ominaista liikevoittoa.

Taulukko 51. Astiatyhjennyksen hinta (mk/astia/tyhj.) jätesäkki-järjestelmää käytettäessä (AO-alue).

Osakustannus	Pääomakustannus			Käyttökustannus		
	min	ka	max	min	ka	max
keräyspistekustannus	0,63	0,63	0,63	-	-	-
astiakustannus	-	-	-	1,46	1,46	1,60
ajoneuvokustannus	1,11	1,14	1,17	1,40	1,44	1,50
hlötyökustannus	-	-	-	1,53	1,57	1,62
yht.	1,74	1,77	1,80	4,39	4,47	4,72

Taulukko 52. Jätesäkin tyhjennyksestä ja kuljetuksesta kaupungeissa perittävän maksun (mk/astia/tyhj.) minimi-, keskimääräiset ja maksimi-arvot (Suomen Kaupunkiliitto 1992).

	Maksun suuruus		
	min	ka	max
säkin hinta	0,95	1,50	2,50
tyhjennys ja kuljetus	6,00	11,67	17,80
yht.	6,95	13,17	20,30

Jätetaksaan sisältyvät keräyksen ja kuljetuksen kustannukset muodostuvat yleensä taulukoissa 49 ja 51 esitetyistä käyttökustannuksista (ei kuitenkaan keräyspisteen osalta) ja keräysajoneuvon pääomakustannuksesta. Keräyspisteestä ja astioiden hankinnasta sekä niiden ylläpidosta aiheutuvista kustannuksista vastaa yleensä kiinteistö suoraan itse. Jos keräysastiat omistaa muu kuin kiinteistö, peritään niistä aiheutuvat kustannukset vuokrana.

Verrattaessa taulukoissa 49 ja 50 esitettyjä keräysastian (600 l) tyhjennyshintoja on ero 2,9 -kertainen keskiarvokustannuksilla. Jätesäkkien (taulukot 51 ja 52) tyhjennyshinnassa vastaava ero on 2,3 -kertainen. Suuruusluokkaerot osoittavat, että keräyksen ja kuljetuksen taksat ovat olleet ylihinnoiteltuja. Tämä selittyy sillä, että tilaajapuolella ei ole ollut riittävää kustannusrakennetietoutta. Lisäksi kilpailu urakoista ei ole aiemmin vaikuttanut tehokkaasti kustannustasoon. Vasta muutamana viime vuotena on syntynyt kilpailua, joka on alentanut hinnat vastaamaan kustannuksia esimerkiksi YTV:n ja Pirkanmaan alueella. Keräyksen ja kuljetuksen urakoinnissa on tärkeää tuntea myös minimihinta, jotta alalle ei pääse syntymään epätervettä kilpailua. Minimihinta on laskeettava erikseen kullekin keräysaluetyypille.

Taulukoissa 49 ja 51 esitettyjen lukuarvojen perusteella voidaan astiatyhjennyksen minimihinta arvioida. Nykyhintatasossa minimihinta keräyksen ja kuljetuksen osalta 600 litran astialle sekä jätesäkillä olisi 7 - 8 mk/tyhjennys. Osaksi ero perittyihin taksoihin selittyy myös keräysalueen ylisuurella astiamäärällä, jonka vuoksi täyttöaste on jäänyt optimia pienemmäksi.

6 YHTEENVETO

6.1 Jätelain velvoitteet

Uuden jätelain mukaan jäte on hyödynnettävä, jos se on teknisesti mahdollista ja jos siitä ei aiheudu kohtuutonta lisäkustannusta verrattuna muulla tavoin järjestettyyn jätehuoltoon. Kunnille tämä periaate yhdessä koko kunnan aluetta koskevan jätteenkuljetuksen järjestämisvelvoitteen kanssa merkitsee jätehuollon uudelleenjärjestämistä. Hyödyntämisen ja asianmukaisten käsittelypaikkojen järjestämisen periaatteena on toteuttaa ne kuntien yhteishankkeina. Useiden pienten jätteenkäsittelypaikkojen rakentaminen ja ylläpito uusien määräysten mukaisesti on eri selvityksissä todettu epätaloudelliseksi. Lisäksi tällaiset käsittelypaikat lisääisivät myös haitallisten ympäristövaikutusten mahdollisuutta.

Jätelaki velvoittaa, että jätteet hyödyntämisen helpottamiseksi mahdollisuuksien mukaan kerätään ja pidetään toisistaan erillään jätehuollon kaikissa vaiheissa. Kiinteistöille määräys merkitsee siirtymistä perinteisestä sekalaisen jätteen keräyksestä synty-paikkalajitteluun. Kunnilla on mahdollisuus rajoittaa lajittelemattoman jätteen syntyä alueellaan porrastamalla jätemaksu siten, että hyödyntämiseen kelpaamattomasta sekalaisesta jätteestä peritään lajiteltua hyötyjätettä korkempaa jätemaksua.

6.2 Tulosten tarkastelu

Perinteisesti jätteiden keräystä ja kuljetusta koskevassa kirjallisuudessa on painotettu keräyspisteeltä toiselle etenevän keräysreitien suunnittelun merkitystä. Vähemmän huomiota on kiinnitetty eri järjestelmien valintaan kokonaiskustannuksia tarkastellen.

Tämän tutkimuksen mukaan pääomakustannukset ovat useimmissa tarkastelluista järjestelmistä 30 - 60 % keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannuksista. Paperinkeräys poikkeaa tässä suhteessa muista jätelajeista. Sen pääomakustannusten osuus on 75 - 90 %. Pääomakustannuksista 5 - 15 % aiheutuu keräysajoneuvosta ja loput 85 - 95 % astioista ja keräyspisteistä. Kerros- ja rivitaloalueella keräysajoneuvon osuus kokonaiskustannuksista on 15 - 35 % (omakotitaloalueella 10 - 25 %). Astioiden ja keräyspisteen osuus on 45 - 75 % (65 - 85 %) ja henkilötöön 15 - 20 % (5 - 15 %) kokonaiskustannuksista. Paperinkeräyksessä astioiden ja keräyspisteen osuus on 70 - 80 % (omakotitaloalueella jopa 90 %) kokonaiskustannuksista. Jättesäkkijärjestelmä poikkeaa suluissa esitetyistä omakotitaloalueen arvoista. Järjestelmän astia- ja keräyspistekustannusten osuus on noin 35 %, ajoneuvokustannusten osuus noin 40 % ja henkilötöön noin 25 % kokonaiskustannuksista.

Tutkimuksen perusteella tyhjennystyöaika keräysalueella sekä astia- ja keräyspisteinvestoinnit käyttö- ja ylläpitokustannuksineen muodostavat suurimman osan kokonaiskustannuksista.

Keräysalueella käytettävästä ajasta 85 - 95 % muodostuu keräyspisteissä kuluva tyhjennysajasta, joka määräytyy pääasiassa astiatyypin, kuormaustekniikan ja keräyspisteen sijainnin perusteella. Taajamissa etäisyys keräyspisteestä toiseen ei suhteellisesti vaikuta paljoakaan keräysalueella käytettävään aikaan; siirtymisten osuus on vain 5 - 10 %.

Kokonaiskeräysajasta kuorman kuljetus tyhjennyspaikalle muodostaa 3 - 18 % etäisyyden ollessa 15 km. Esimerkiksi 10 kilometrin lisäys tyhjennysmatkaan vaikuttaisi kokonaiskustannuksiin vain muutaman prosentin verran. Kuljetusmatkalla ei siten ole niin suurta vaikutusta kokonaiskustannuksiin kuin yleisesti otaksutaan.

Keräys- ja kuljetusjärjestelmän suunnittelussa astiatyyppin ja sen tyhjennykseen soveltuvan keräysajoneuvon valinta määrittelee keräystyöajan sekä keräyspiste- ja astiakustannusten suuruuden. Valinta määräytyy jätetyypin ja keräysaluetyypin perusteella. Eri-tyistä huomiota on kiinnitettävä siihen, ettei keräysastioiden täyttöaste jää alhaiseksi.

Tämän tutkimuksen luvussa 5.5.7 tarkemmin esitettyjen tulosten mukaan keräysjärjestelmän valinta vaikuttaa huomattavasti kokonaiskustannuksiin. Eri astiatyyppejä ja -kokoja käyttämällä voidaan erityisesti asukastiheydeltään ja asumismuodoltaan epähomogeenisen keräysalueen jätteiden keräyksen ja kuljetuksen kustannuksia alentaa jopa 40 % korvaamalla esimerkiksi osa 600 litran astioista pikakonteilla.

Jätteen pieni keräyspistekohtainen kertymä ja suuri tilavuuspaino johtaa helposti alhaisiin täyttöasteisiin, jos ei ole valittavissa useita eri astiakokoja. Alhaiset täyttöasteet nostavat astiakustannusten suhteellista osuutta ja kokonaiskustannuksia. Keräyspistealueen suurentaminen tai muuttaminen kiinteistöryhmäkohtaiseksi tuottaa korkeamman täyttöasteen, koska suurempaan asukasmäärän perustuvassa keräyspisteessä yksittäisten talouksien satunnaisilla jätemäärävaihteluilla ei ole suurta vaikutusta kokonaisuuteen. Täyttöasteen merkitys on suuri, ja se korostuu astian tyhjennysmaksuun perustuvassa kustannusten perintäjärjestelmässä.

Jätteen tilavuuspaino keräysastiassa vaikuttaa astiakustannusten suhteelliseen osuuteen ja tyhjennystyöaikaan. Suuri tilavuuspaino vaatii astialta suurempaa rakennelujuutta tai voi rajoittaa astiatilavuutta, mikä lisää astioiden lukumäärää ja sen seurauksena myös tyhjennystyöaika. Pieni tilavuuspaino suurentaa astiakustannusten suhteellista osuutta.

Tutkimuksen tarkastelujen perusteella jätekatoksilla on huomattava vaikutus kokonaiskustannuksiin. Esimerkiksi 600 litran järjestelmässä kustannusosuus on 25 %.

Keräysalueen asukastiheyden pienentyminen nostaa kustannuksia. Omakotitaloalueella keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannukset ovat 2 - 2,5 -kertaiset kerros- ja rivitaloalueeseen verrattuna. Tämän tutkimuksen laskennallisten kustannusten ja kuntien jätetaksojen vertaaminen osoittaa, että tämä ero on otettu huomioon jätetaksoissa.

Omakotitaloalueella lokeroauton tai optisen lajittelun käyttöön perustuvien järjestelmien kustannukset ovat selvästi pienemmät kuin muilla tarkastelluilla järjestelmillä. Kerros- ja rivitaloalueella ei vastaavaa kustannushyötyä saavuteta, ellei samalla optimoida astioista ja keräyspisteestä aiheutuvia kustannuksia. Lokeroauton tai optisen lajittelun käyttöön perustuvien järjestelmien etuna on se, että ne eivät erilliskeräyksessä lisää keräysajoneuvon käyntikertoja keräyspisteessä.

Molok-syväkeräysjärjestelmä on saanut paljon huomiota uutena keräysmenetelmänä. Sen eduiksi esitetään jätteen tehokkaampaa tiivistymistä, keräysvaiheen alhaisempaa lämpötilaa sekä pienempää tilantarvetta kuin muilla järjestelmillä. Lisäksi käytettävä keräysajoneuvo on pakkaavaa jäteautoa halvempi. Tämän tutkimuksen perusteella kustannushyötyjen saavuttaminen Molok-järjestelmällä muihin järjestelmiin verrattuna edellyttää harvaa (6 - 10 kertaa/vuosi) tyhjennystiheyttä, suurta jätekertymää tai suurta

keräysaluetta. Laskentaesimerkin omakotitaloalueella biojätteen kiinteistöryhmäkohtaisessa keräyksessä pienin Molok-säiliö (1,3 m³) edellyttäisi 6 kuukauden tyhjennysväliä, jotta säiliö olisi täynnä. Molok-säiliön pienentäminen ei liene tarkoituksenmukaista, koska silloin menetelmän perustan muodostavat ominaisuudet huononisivat. Molok-säiliön käyttökokemukset ovat vielä lyhytaikaisia, joten säiliön soveltuvuudesta kaikilta osin ei ole vielä tehtävissä johtopäätöksiä. Parhaiten säiliö näyttäisi soveltuvan tienvarisien levähdyspaikkojen lisäksi haja-asutusalueille muodostettavien aluekeräyspisteiden ja taajamien alueellisten paperinkeräyspisteiden keräysvälineeksi.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan siirtyminen biojätteen ja kuivajätteen erilliskeräykseen ei lisää keräyksen ja kuljetuksen kokonaiskustannuksia. Ilman erityistä järjestelmien kehittämistäkin kustannusnousu olisi vain 5 -9 % verrattuna sekajätteen nykymuotoiseen keräykseen. Erilliskeräyksen keräysjärjestelmää optimoimalla päästään jopa 20 - 30 % nykykäytännön mukaisia kustannuksia pienempiin kokonaiskustannuksiin. Näin muodostuva hyöty on käytettävissä jätehuollon muiden osa-alueiden menoihin.

Taajamien omakotitaloalueilla on pyrkimyksenä ohjata asukkaita biojätteen omatoimiseen kompostointiin. Mikäli kuitenkin osoittautuu tarpeelliseksi järjestää biojätteen keräys, näyttäisi lokeroauton käyttö taloudellisimmalta vaihtoehdolta. Tällöin kokonaiskustannukset eivät kasvaisi nykykäytäntöön verrattuna. Optiseen lajitteluun perustuva järjestelmä tulisi myös kysymykseen, mikäli sen tarvitseman lajittelulaitoksen investoinnin perustana on riittävän suuri jätteentuottajamäärä.

Tutkimuksessa verrattiin laskennallisia tuloksia kuntien jätetaksoihin. Jätesäkin tyhjennyksen hinta on 2,3 kertaa ja 600 litran astian 2,9 kertaa suurempi kuin laskennallinen hinta. Erot osoittavat, että keräyksen ja kuljetuksen taksat ovat olleet ylihinnoiteltuja. Tämä selittyy huonolla kustannusrakennetietoudella, tehottomalla urakointikilpailulla ja ylisuurella keräysastiakapasiteetilla.

Tutkimus antaa perusteita näkemykselle, jonka mukaan keräyksen ja kuljetuksen järjestäminen sopimusperusteisesti suoraan kiinteistöjen kanssa voi vaikeuttaa keräysjärjestelmien optimoinnista saatavien kustannushyötyjen muodostumista.

6.3 Suositukset

Kuntien ja jätehuoltoyhtiöiden tulisi urakointialueiden suunnittelussa ja tarjouspyynnöissä kiinnittää huomio siihen, että keräys- ja kuljetusyrittäjät voivat esittää ja joutuvat esittämään keräysalueen asukastiheyden, aluerakenteen ja jätteentuottomäärän suhteen kustannusoptimoituja keräysjärjestelmiä. Tämä lähtökohta voi edellyttää nykyisten tarjousalueiden hylkäämistä ja uusien tarjouspyyntömenettelyjen kehittämistä esimerkiksi sisällyttämällä vuokrattavat keräysastiat tarjouspyyntöön. Urakointialueiden keräysastioiden uusimistarve ja -ajankohta tulisi selvittää, jotta kokonaiskustannukset, ottaen huomioon myös astioiden ja keräyspisteiden vaikutus, voitaisiin minimoida.

Kuntien ja jätehuoltoyhtiöiden kannattaisi kehittää ja ylläpitää riittävän eriteltyt kustannusten perustekijät huomioon ottavaa laskentamenettelyä, jolla keräysaluetyypit ja jätetyypit huomioiden eri keräysjärjestelmille voidaan laskea minimihinta. Tarjousten

tarkastelussa minimihintaa voidaan käyttää mahdollisten epäterveiden kilpailutekijöiden ("dumpsaus" tai kartellisoituminen) esiintymisen arviointiin.

Asuinkiinteistöjen ja muiden jätteentuottajien kannattaa itse aktiivisesti seurata keräysastioiden täyttöastetta. Mikäli täyttöaste on alhainen, kannattaa keräyspisteestä poistaa ylimääräinen astia tai hankkia kustannuksiltaan muu edullisempi keräysväline.

Hetkellisesti poikkeuksellisen suuret jätekertymät kannattaa hoitaa ylimääräisillä nou-
tokerroilla eikä mitoittamalla keräyspistettä huippukertymän perusteella. Vaihtoehtoi-
sesti huippukertymäajankohtaa varten lisätään keräyspisteeseen väliaikaisesti lisäastia.

Kiinteistöjen tulisi aktiivisesti selvittää mahdollisuudet kiinteistöryhmäkohtaisten keräyspisteiden muodostamiseen. Erityisesti paperinkeräyksessä tällainen menettely voisi olla perusteltua.

Syntypaikkalajitteluun siirtyminen aiheuttaa keräys- ja kuljetuskaluston kehittämisen tarvetta. Kerättävien jätelajien erilaiset ominaisuudet, kuten tilavuuspaino ja kosteus, aiheuttavat kaluston rakenteelle erilaisia vaatimuksia. Esimerkiksi biojätteen on todettu vaativan keräysastialta korkeita lujuusominaisuuksia, jotta astia kestäisi koneellisen kuormauksen keräysajoneuvoon. Biojätteen suuresta tilavuuspainosta joh-
tuen keräysajoneuvossa ei puolestaan tarvittaisi jätettä puristavaa rakennetta. Ajoneu-
von eduksi voidaan lukea sen monikäyttöisyys. Siksi Suomen oloissa, lukuunottamatta suurimpia kaupunkeja, ei liene perusteltua kehittää keräysajoneuvotyyppejä, jotka voivat toimia vain tietyn tyyppisessä kuljetustehtävässä.

Keräyspisteen tilantarpeeseen voidaan vaikuttaa kehittämällä keräysastioita vähemmän tilaa tarvitseviksi. Myös keräyspisteiden ulkonäköön tulisi kiinnittää aikaisempaa enemmän huomiota. Katosten, aitausten ja istutusten käytön lisäksi jo astiavalinnalla voidaan vaikuttaa keräyspisteiden ulkonäköön.

Astioiden suunnittelussa tulisi ottaa huomioon niiden käyttökelpoisuus myös jätteen tuottajien kannalta. Jätteiden laitton keräysastiaan tulisi olla vaivatonta ja turvallista.

Keräyspisteiden sijainti tulisi suunnitella nykyistä tarkemmin asuinalueen kaavoituksen yhteydessä. Sijaintipaikan valinnassa tulisi ottaa huomioon astioita tyhjentämään saapuvan keräysajoneuvon asettamat tilavaatimukset, ajoneuvon liikkumisesta aiheutu-
vat liikenneturvallisuusriskit asukkaille sekä asukkaiden luontaiset kulkureitit. Keräys-
reitin suunnittelulla voitaisiin minimoida jäteauton aiheuttamat turvallisuusriskit sekä varmistaa, että ajoneuvo pääsee ajamaan riittävän lähelle keräyspisteitä.

Jotta syntypaikkalajiteltujen hyödynnettävien jätelajien talteenotto- ja puhtausasteet olisivat mahdollisimman korkeat, on asukkaille suunnatun tiedotustoiminnan oltava tehokasta ja riittävän pitkäaikaista. Asukkaille olisi korostettava jätteiden hyödyntämisellä saavutettavia ympäristönsuojelullisia etuja.

KIRJALLISUUS

- Analyysitulokset. 1994. Kompostinäytteen raskasmetallipitoisuudet. Jyväskylän yliopisto, Ympäristötutkimuskeskus.
- Anon. 1991. Alueelliseen alkukeräilyyn uusi pienauto: Farid. Jäte ja Ympäristö 2/91. s. 16 -19.
- Anon. 1992. Jätteenlajittelu jätekuilutalossa. Jäte ja Ympäristö 4/92. s. 21, s. 26.
- Asetus ajoneuvon käytöstä tiellä (1257/92). Suomen säädöskokoelma 1992, n:o 1256 - 1259. s. 3104 - 3117.
- Centralsug AB. 1989. System 400/500. Ruotsi. 2 s. Esite.
- Centralsug AB. 1991. 1961 - 1991. Ruotsi. 2 s. Esite.
- Edelhoff. 1988. Multi Service Transport System. Saksan liittotasavalta. 4 s. Esite.
- Ettala, M. , Rahkonen, P. ja Peltola, H. 1987. Jätteenkuljetustyön työturvallisuus. Hollola, Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 47 s.
- Flaaming, T. 1993. Markkinointi Tapani Flaaming Ky. Lahti. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Haahtela, Y. ja Kiiras, J. 1993. Talonrakennuksen kustannustieto 1993. Uudisrakentaminen. Helsinki, Rakennustietosäätiö-Suomen Rakennuttaja liitto ry.
- Halinen, A. ja Juvonen, H. 1990. Yhdyskuntajätteiden lajittelu suomalaisissa kotitalouksissa. Yhteenveto lajittelukokeiluista Suomessa 1980-luvulla. Helsinki, Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosaston selvitys 79. 71 s.
- Hannonen-yhtiöt. 1986. Jätehuollon suunnitteluohje 1986. Turku. 14 s.
- Heino, E. 1992a. Syntypaikkalajitteluun ja kierrätykseen perustuva jätehuollon suunnitelma Ruoholahteen. Helsinki, YTV:n Jätehuoltolaitos ja Helsingin kaupunki. 70 s.
- Heino, E. 1992b. Ahjon jätehuollon suunnitelma. Kerava. 46 s.
- Heinonen, R. 1991. Biojätteen keräyskokeilun loppuraportti. Helsinki, Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1991:37. s. 3, s. 12.
- Hietanen, L. 1992. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Poltto- ja lämpötekniikan laboratorio. Jyväskylä. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Hjelt, S. 1993. Nokian Kuorma-autoilijat Oy. Nokia. Henkilökohtainen tiedonanto

- Hyvärinen, A. 1993. Tampereen kaupunki. Kiinteistötoimi. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Ilmola, J. 1992. Jätehuoltojaoston opintomatka Ruotsiin 1.-5.9.1992. Matkakertomus. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. 9 s.
- Isoaho, S. 1993. Kompostoinnin ja mädätyksen tekniset vaihtoehdot - sovellutusten valinta. VII Valtakunnalliset jätehuoltopäivät, Tampereen teknillinen korkeakoulu, 11.-12.5.1993. Tampere. 5 s.
- Isoaho, S. ja Jalo, S. 1993. Hervannan jätetutkimus. Tampere, Tampereen kaupungin tutkimuksia ja selvityksiä 97. 38 s.
- Jaakola, J. 1993. Tampereen kaupungin kaavoitusviraston asemakaavaosasto. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Jokinen, T. 1993. Säkkiväline Oy. Tampere. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Juvonen, H. 1988. Yhdyskuntajätteen muodostuminen Turussa. Turku, Ympäristönsuojelutoimisto, julkaisu 4/88. s. 27.
- Juvonen, H. 1992. Servi Jätehuolto Oy. Helsinki. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Juvonen, H. ja Kaila, J. 1986. Yhdyskuntajätteen talteenottokokeilu pääkaupunkiseudulla - talousjätteen määrä ja koostumus. Loppuraportti. Helsinki, Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 1987:4. Liite 8.
- Jäteasetus (1390/93). Suomen säädöskokoelma 1993, n:o 1389 - 1391. s. 3628 - 3640.
- Jätehuollon neuvottelukunta. 1985. Selvitys jätteiden hyödyntämisestä. Helsinki, Ympäristöministeriö, Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu A:36, s. 18 - 19, s. 21.
- Jätehuollon neuvottelukunta. 1991. Yhdyskuntien jätehuollon kehittämisohjelma 2000. Helsinki, Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosaston selvitys 104. 54 s.
- Jätehuoltolaki (673/1978). Suomen asetuskokoelma 1978, n:o 673 - 677. s. 1565 - 1571.
- Jätelaki (1072/93). Suomen säädöskokoelma 1993, n:o 1072 - 1078. s. 2909 - 2924.
- Jätelakitöimikunta. 1993. Hallituksen esitys Eduskunnalle jätelaiksi ja laiksi ympäristölupamenettelylain muuttamisesta. I vp. n:o 77. Helsinki. 72 s.
- Kaila, J. 1989. Jätteiden lajittelu syntypisteessä - mahdollisuudet ja hyödyt. III Valtakunnalliset jätehuoltopäivät, 9.-10.5.1989. Tampere. 5 s.
- Kaksonen, M. 1993. Optinen lajittelu - Ekorosk-sovellutus. VII Valtakunnalliset jätehuoltopäivät, Tampereen teknillinen korkeakoulu, 11.-12.5.1993. Tampere. 8 s.

Karjalainen, T. 1991. Jätteiden hyödyntämisen kynnyskysymyksiä taajama- ja haja-asutusalueella. Helsinki, Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosaston selvitys 95. s. 8.

KH-kortti 70-00319. 1990. Kiinteistön jätehuolto. Ohjetiedosto. Rakennustietosäätiö. 12 s.

Koivusaari, U. 1992. Pietarsaaren seudun jätehuoltojärjestelyt. Ympäristö ja Terveys 9/92. s. 600 - 603.

Koivusaari, U. 1993. Insinööritoimisto Oy Avecon Ab. Vaasa. Henkilökohtainen tiedonanto.

Koivusaari, U. ja Nygård, H. 1993. Uusi jätteiden lajittelutekniikka käyttöön Pietarsaareissa. Kunnallistekniikka 2/93. s. 44 - 45.

Kolehmainen, I. 1993. Duaalilla alkaa olla näytön paikka. Uusiouutiset 2/93. s. 16 - 17.

Kompostityöryhmän mietintö. 1992. Helsinki, Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosaston työryhmän mietintö 67. s.18.

Koskelainen, P. 1993. Keräyksen ja kuljetuksen kustannukset. VII Valtakunnalliset jätehuoltopäivät, Tampereen teknillinen korkeakoulu, 11.-12.5.1993. Tampere. 14 s.

Lahti, R. (toim.) 1980. Jätehuolto. Helsinki, Sisäasianministeriö, Ympäristönsuojeluosaston julkaisu B:1. 63 s.

Lilja, R. ja Paatero, J. 1983. Yhdyskuntajätteen hyötykäytön edistäminen erottamalla kompostointikelpoinen jäte syntypaikalla. Väliraportti. Helsinki, Ympäristöministeriö, Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu A:4. 106 s.

Lilja, R. ja Paatero, J. 1986. Kompostointikelpoisen talousjätteen talteenoton kannattavuus. Loppuraportti. Helsinki, Ympäristöministeriö, Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston sarja A:45. 70 s.

Luoma, M. ja Heilala, A-J. 1988. Kunnallisjätteiden käsittely ja hyötykäyttö Saksan liittotasavallassa. Helsinki, Teknologian kehittämiskeskus, Teollisuussihteeriraportti 7/1988. 73 s.

Molok Oy. 1993. Uusi hygieeninen ja taloudellinen jätteiden syväkeräysmenetelmä. Nokia. 11 s. Esite.

Mäkilä, J-P. ja Siipola, A. 1992. Jätteiden syntypaikkalajittelukokeilu turkulaisissa kotitalouksissa. Turku, Ympäristönsuojelutoimisto, julkaisu 1/92. 103 s.

Mäkipää, P. 1993. Säkkiväline Oy. Tampere. Henkilökohtainen tiedonanto.

Mäntynen, J. 1993. Logistiikka ja kuljetukset. Tampereen teknillisen korkeakoulun opintomoniste. Tampere. s. 34 - 51.

Norba Oy. 1986. Some proposals for economic refuse collection by Partek waste handling system. Parainen. 19 s. Esite.

Nygård, H. 1993. Ab Ekorosk Oy. Pietarsaari. Henkilökohtainen tiedonanto.

OECD Environmental Data Compendium. 1993. Part 1. The state of the environment. Paris, OECD, OCDE. s. 141.

Paatero, J. 1981. Jätehuollon tekniikka. Osa I. Jätteiden keräily ja kuljetus. LVI 6/81. s. 12 - 17.

Paatero, J. 1982. Jätehuollon kuljetusjärjestelmät II. Rakennustaito 4/82. s. 22 - 27.

Paatero, J. 1986. Jätteiden siirtokuormaus kaatopaikkatoimintaa korvaavana ja täydentävänä toimintona. Ympäristö ja Terveys 8/86. s.550 - 555.

Paperinkeräys Oy. 1991. Vuosikertomus. Helsinki. s. 24.

Peavy, H. S. , Rowe, D. R., & Tchobanoglous, G. 1986. Environmental engineering. New York, McGraw-Hill Book Company. s. 601 - 615.

Pöllänen, S. 1993. Hervannan Huolto Oy. Tampere. Henkilökohtainen tiedonanto.

Recycle America. 1991. Residential curbside recycling. Oak Brook, Illinois, A service of Waste Management of North America, Inc. 2 s. Esite.

Reinikainen, A. 1992. Jätteiden vähentämisen politiikka ja taloudelliset ohjauskeinot eri maissa. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 387. 87 s.

RIL. 1983. Jätehuolto. Yhdyskuntajätteen keräily ja kuljetus. Helsinki, Suomen Rakennusinsinöörien Liiton julkaisu 152. 139 s.

Roivainen, J. 1992. Jätekytyi Oy. Jyväskylä. Henkilökohtainen tiedonanto.

Roos, I. 1993. Keittiön jätökaapistojen varustaminen lajitteluun sopiviksi. Kiinteistöjen jätehuollon kehittäminen, Riihimäen kierrätysmessut, 26.8.1993. 3 s.

Saarento, H. 1985. Jätteiden kuljetuskalusto. Maarakennus ja kuljetus 6/85. s. 252 - 257.

Salli, V. 1993. Molok Oy. Nokia. Henkilökohtainen tiedonanto.

Siilomix Oy. 1993. Jätekaruselli. Ikaalinen. 3 s. Esite.

Suomen Jätehuoltoliitto ry. 1992. Kustannusmuutokset ammattimaisessa jätteenkuljetuksessa ajalla 1.9.1991 - 4.12.1992. Helsinki. 6 s.

Suomen Kaupunkiliitto. 1990. Tietoja kaupunkien jätehuollosta. Kysely 1990. Helsinki, Suomen kaupunkiliiton julkaisu nro 574. 97 s.

Suomen Kaupunkiliitto. 1992. Kaupunkien ja muiden kuntien jätehuolto. Kysely 1992. Helsinki. 86 s.

Suomen Kuntaliitto. 1993. Selvitys Suomessa vuosina 1983 - 1993 tehdyistä hyötyjätteen keräys-, kuljetus- ja lajittelukokeiluista. Helsinki, Suomen Kuntaliitto. 157 s.

Säkkiväline Oy. 1992. Front loader - uuden ajan jätehuoltoa. Helsinki. 1 s. Esite.

Tampereen kaupungin jätehuoltomääräykset. 1990. Tampereen kaupunginhallitus. N:o 22. Tampere. 7 s.

Teir, J. 1993. Insinööritoimisto Oy Avecon Ab. Vaasa. Henkilökohtainen tiedonanto.

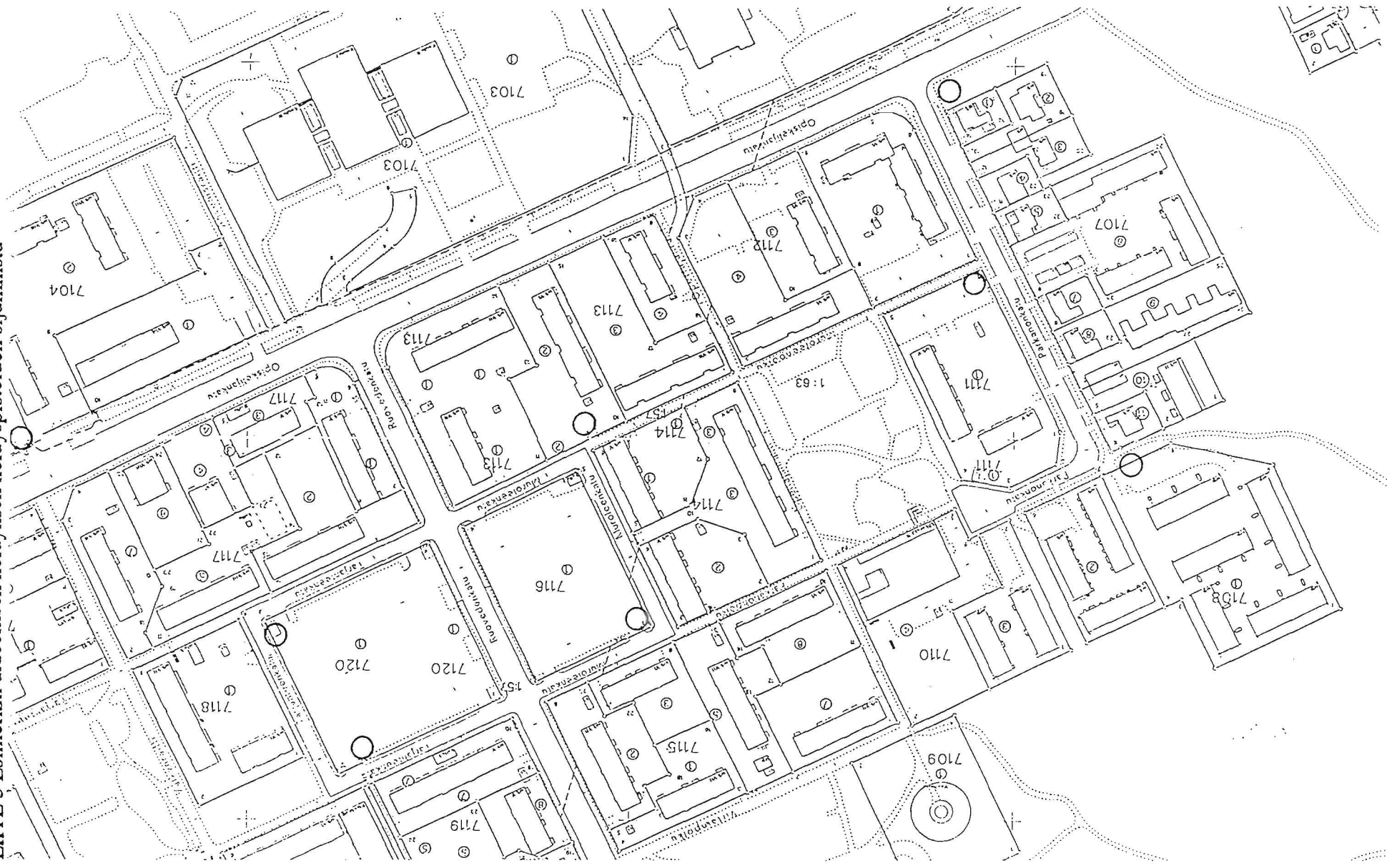
Uski, R., Roos, I. ja Liski, S. 1992. Keittiön jätökaapin sisustusratkaisut jätteitä lajiteltaessa. Helsinki, Työtehoseura ry, Kotitalousosasto, Työtehoseuran monisteita 2/1992 (9). 97 s.

Uusi jätelaki - uusi jäteajattelu. 1993. Ympäristöministeriö ja vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki. 16 s.

von Wahl, K. L. 1981. Mehrkammer-Müllsystem zur Rückgewinnung der Wertstoffe aus dem Hausmüll. Müll und Abfall 4/81. s. 85 - 93.

World Commission on Environment and Development. 1987. Our Common Future. Oxford, Oxford University Press. s. 43 - 46.

[illegible]

[illegible]

	KERÄYSTYÖAIKA		JÄTEJAE:	sekajäte	
	AK-AR -alue		JÄRJESTELMÄ:	600 l	
			KERÄYSTAPA:	kk	
			min	ka	max
SYMBOLI	PARAMETRI	YKSIKKÖ			
w	Omin. jätemäärä	kg/as/a	105	150	210
	Asukkaiden lkm	kpl	20742	20742	20742
W	Kokonaisjätemäärä	kg/a	2177910	3111300	4355820
n	Keräyspisteiden lkm	kpl	205	205	205
e	Astioiden tyhjennystiheys	kpl/a	104	104	104
z	Astioiden lkm	kpl	527	696	946
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a	54808	72384	98384
tz	Astioiden tyhjennysaika	min/kpl	0,83	0,83	0,83
Tz	Astioiden tyhjennysaika yht.	min/a	45491	60079	81659
tl	Tyhjennyksen valmistelu-aika	min/kp	0,67	0,67	0,67
Tl	Tyhjennyksen valmistelu-aika yht.	min/a	14284	14284	14284
sr	Keräysreititin pituus	km/reitti	32,3	32,3	32,3
Sr	Ajokilometrit keräysalueella yht.	km/a	3359	3359	3359
vr	Ajonopeus keräysalueella	km/min	0,33	0,33	0,33
Tr	Ajoaika keräysalueella yht.	min/a	10179	10179	10179
m	Kuorman sallittu paino	kg/kuorma	5500	5500	5500
K	Kuormien lkm	kpl/a	395,98	565,69	791,97
st	Etäisyys tyhjennyspaikalle	km	15	15	15
vt	Ajonopeus keräysalueen ulkop.	km/min	0,83	0,83	0,83
Tt	Ajoaika tyhj.paikalle ja takaisin yht.	min/a	14313	20447	28625
tp	Kuorman purkuaika	min/kpl	8	8	8
Tp	Kuormien purkuaika yht.	min/a	3168	4526	6336
sv	Etäisyys keräysalue-varikko	km	2,5	2,5	2,5
Tv	Kokonaisvarikkoajoaika	min/a	636	796	1025
D	Keräyspäivien lkm	d/a	105,50	132,14	170,23
h	Hukka-aika -kerroin (sis. tauot)		1,15	1,15	1,15
T	Keräysaika/vuosi	h/a	1687,97	2114,23	2723,68
Tk	Keräysaika/kuorma	h/kuorma	4,26	3,74	3,44
Tr	Keräysaika/tyhj.reitti	h/tyhj.reitti	16,23	20,33	26,19
Tw	Keräysaika/jätetonni	h/t	0,78	0,68	0,63
td	Työpäivän pituus	h/d	16	16	16
sh	Taukokilometrit/keräyspäivä	km/d	6	6	6
Sh	Taukokilometrit/vuosi	km/a	633	793	1021
Sv	Ajot varikolle/varikolta	km/a	527	661	851
St	Ajot tyhjennykseen	km/a	11880	16971	23759
Syht.	Ajokilometrit	km/a	16399	21783	28991

LIITE 5 Keräyspistekustannusten laskentamalli

KERÄYSPISTEKUSTANNUS AK-AR -alue			JÄTEJAE:	sekajäte
			JÄRJESTELMÄ:	600 l
			KERÄYSTAPA:	kk
SYMBOLI	PARAMETRI	YKSIKKÖ		ka
z	Astoiden lkm	kpl		696
	Katostilavuus yht.	m2		1740
hk	Investointi	mk		1705200
	Pitoaika	a		15
	Korko	%		8
i	Annuiteettikerroin			0,1168
Hki	Vuosipääomakustannus	mk/a		199167
n	Keräyspisteiden lkm	kpl		205
	Huoltokustannus/keräyspiste	mk/kpl/a		500
Hh	Huoltokustannukset	mk/a		102500
Vs	Sekajättemäärä	m3/a		32751
Vp	Paperijättemäärä	m3/a		4667
Vb	Biojättemäärä	m3/a		
Vk	Kuivajättemäärä	m3/a		
J	Jyvityskerroin			0,88
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		288883
KERÄYSPISTEKUSTANNUS JÄTESÄKKITELINE AO -alue			JÄTEJAE:	sekajäte
			JÄRJESTELMÄ:	säkki
			KERÄYSTAPA:	kk
SYMBOLI	PARAMETRI	YKSIKKÖ		
n	Keräyspisteiden lkm	kpl		343
hk	Hankintahinta	mk		280
	Pitoaika	a		15
	Korko	%		8
i	Annuiteettikerroin			0,1168
Hki	Vuosipääomakustannus	mk/a		11217
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		11217

Astiakustannusten laskentamalli

	ASTIAKUSTANNUS		JÄTEJAE:		sekajäte	
	AK-AR -alue		JÄRJESTELMÄ:		600 l	
			KERÄYSTAPA:		kk	
				min	ka	max
SYMBOLI	PARAMETRI	YKSIKKÖ				
z	Astioiden lkm	kpl		527	696	946
ha	Hankintahinta	mk/kpl		1400	1400	1400
has	Asennuskustannus	mk/kpl		0	0	0
	Pitoaika	a		5	5	5
	Korko	%		15	15	15
i	Annuiteettikerroin			0,2983	0,2983	0,2983
Hai	Vuosipääomakustannus	mk/a		220086	290664	395069
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		54808	72384	98384
hs	Säkin hinta	mk/kpl		0	0	0
Hs	Säkkikustannus yht.	mk/a		0	0	0
hh	Pesukust./astia	mk/kpl/a		0	0	0
Hh	Pesukustannus yht.	mk/a		0	0	0
Ha	Astiakustannus	mk/a		220086	290664	395069

LIITE 7 Ajoneuvokustannusten laskentamalli

KERÄYSAJONEUVOKUSTANNUS			JÄTEJAE:	sekajäte	
	AK-AR -alue		JÄRJESTELMÄ:	600 l	
			KERÄYSTAPA:	kk	
			min	ka	max
SYMBOLI	PARAMETRI	YKSIKKÖ			
T	Keräysaika	h/a	1687,97	2114,23	2723,68
J	Ajoneuvotarve		0,42	0,53	0,68
hn	Hankintahinta (sis. lisälaitteet)	mk	850000	850000	850000
hj	Jäännösarvo	mk	130000	130000	130000
pa	Pitoaika	a	5	5	5
	Korko	%	15	15	15
i	Annuiteettikerroin		0,2983	0,2983	0,2983
Hni	Vuosipääomakustannus	mk/a	90634	113521	146245
p	Polttoainekulutus	l/h	8	8	8
hp	Polttoaineen hinta	mk/l	3,00	3,00	3,00
Hp	Polttoainekustannus	mk/a	40511	50742	65368
Hv	Voiteluainekustannus	mk/a	5672	7104	9152
Hhk	Huolto- ja korjauskustannus	mk/a	23674	29652	38200
r	Renkaiden kestoikä	km	30000	30000	30000
hr	Renkaiden hinta	mk	16200	16200	16200
	Rengaskust./km	mk/km	0,54	0,54	0,54
Syht.	Ajokilometrit	km/a	16399	21783	28991
Hr	Rengaskustannus	mk/a	8855	11763	15655
	Vakuutusmaksu	mk/kpl/a	22000	22000	22000
	Liikennöimismaksu	mk/kpl/a	5400	5400	5400
	Yht.	mk/a	11563	14482	18657
	Välisumma	mk/a	180909	227264	293277
	Hallintokustannus	mk/a	29380	36908	47628
	Ylläpitokustannus	mk/a	4197	5273	6804
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a	209854	263626	340201

Henkilötyökustannusten laskentamalli

	HENKILÖTYÖKUSTANNUKSET		JÄTEJAE:	sekajäte	
	AK-AR -alue		JÄRJESTELMÄ:	600 l	
			KERÄYSTAPA:	kk	
			min	ka	max
SYMBOLI	PARAMETRI	YKSIKKÖ			
T	Keräysaika=palkkatunnit	h/a		1688	2114
	Tuntipalkka	mk/h		45	45
	Palkka yht.	mk/a		75960	95130
	Välilliset palkkakust. 65%	mk/a		49374	61835
Ht	Henkilötyökustannukset yht.	mk/a		125334	156965
					202257

LIITE 9 Optisen lajittelun kustannusten laskentamalli

OPTISEN LAJITTELUN KUSTANNUS			JÄTEJAE:		biojäte+kuivajäte	
AK-AR -alue			ASTIA:		600 l	
			KERÄYSTAPA:		kk	
				min	ka	max
PARAMETRI			YKSIKKÖ			
hh	Hallin investointikustannus	mk		2800000	2800000	2800000
hj	Jäännösarvo 10%	mk		280000	280000	280000
	Pitoaika	a		25	25	25
	Korko	%		10	10	10
i	Annuiteettikerroin			0,1102	0,1102	0,1102
Hhi	Vuosipääomakustannus	mk/a		277704	277704	277704
Hm	Maan vuokra	mk/a		9000	9000	9000
hk	Koneiden ja laitteiden hankintahinta	mk		2300000	2300000	2300000
	Pitoaika	a		15	15	15
	Korko	%		10	10	10
i	Annuiteettikerroin			0,1315	0,1315	0,1315
Hki	Vuosipääomakustannus	mk/a		302450	302450	302450
Hhk	Huolto- ja korjauskustannus	mk/a		100000	100000	100000
hkk	Kuukausipalkka	mk/kk		8400	8400	8400
	Välilliset palkkakustannukset 65%	kerroin		1,65	1,65	1,65
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		665280	665280	665280
Cl	Lajittelulaitoksen kapasiteetti	t/a		50000	50000	50000
Wbk	Käsiteltävä jätemäärä	t/a		2178	3111	4356
J1	Jyvityskerroin			0,04	0,06	0,09
hr	Repijän hankintahinta	mk		250000	250000	250000
	Pitoaika	a		5	5	5
	Korko	%		15	15	15
i	Annuiteettikerroin			0,2983	0,2983	0,2983
Hri	Vuosipääomakustannus	mk/a		74575	74575	74575
Wb	Käsiteltävä biojättemäärä	t/a		622	1037	1452
Cr	Repijän kapasiteetti	t/a		25000	25000	25000
J2	Jyvityskerroin			0,02	0,04	0,06
Ho	Optisen lajittelun kokonaiskustannus	mk/a		60855	87366	122330

LIITE 10 Sekajätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:	sekajäte			sekajäte			sekajäte		
AK-AR -alue			JÄRJESTELMÄ:	600 l			Molok			pk/600 l		
			KERÄYSTAPA:	kk			kk			kk		
			TYHJ.TIHEYS:	104 kpl/a			17 kpl/a			52 kpl/a		
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ	min	ka	max	min	ka	max	min	ka	max	
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a	288883	288883	288883	0	0	0	26290	26290	26290	
Ha	Astiakustannus	mk/a	220086	290664	395069	509426	677362	885883	186051	224618	283736	
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a	209854	263626	340201	85993	111649	144962	186496	216741	263833	
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a	125334	156965	202257	83086	107143	138254	111449	128304	155183	
	Yht.	mk/a	844157	1000138	1226410	678505	896154	1169099	510286	595953	729042	
SYMBOLI	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ										
W	Kokonaisjättemäärä	t/a	2178	3111	4356	2178	3111	4356	2178	3111	4356	
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a	54808	72384	98384	4760	6052	7667	12116	13624	16328	
z	Astioiden lkm	kpl	527	696	946	280	356	451	233	262	314	
T	Keräysaika	h/a	1688	2114	2724	1118	1442	1862	1500	1728	2089	
Syht.	Ajokilometrit	km/a	16399	21783	28991	16691	23503	32576	14591	19838	26875	
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a	32885	43430	59030	17519	24245	32535	44138	54278	69212	
	Asukkaiden lkm	kpl	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	
TUNNUSLUVUT												
	mk/t		388	321	282	312	288	268	234	192	167	
	mk/astia/tyhj.		15	14	12	143	148	152	42	44	45	
	mk/astia/a		1602	1437	1296	2423	2517	2592	2190	2275	2322	
	mk/h		500	473	450	607	621	628	340	345	349	
	mk/km		51	46	42	41	38	36	35	30	27	
	mk/a-m3		26	23	21	39	37	36	12	11	11	
	mk/as/a		41	48	59	33	43	56	25	29	35	
	Keräyspistekustannus	mk/t	133	93	66	0	0	0	12	8	6	
	Astiakustannus	mk/t	101	93	91	234	218	203	85	72	65	
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t	96	85	78	39	36	33	86	70	61	
	Henkilötyökustannus	mk/t	58	50	46	38	34	32	51	41	36	
	Yht.	mk/t	388	321	282	312	288	268	234	192	167	
	Keräyspistekustannus	mk/as/a	13,93	13,93	13,93	0,00	0,00	0,00	1,27	1,27	1,27	
	Astiakustannus	mk/as/a	10,61	14,01	19,05	24,56	32,66	42,71	8,97	10,83	13,68	
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a	10,12	12,71	16,40	4,15	5,38	6,99	8,99	10,45	12,72	
	Henkilötyökustannus	mk/as/a	6,04	7,57	9,75	4,01	5,17	6,67	5,37	6,19	7,48	
	Yht.	mk/as/a	40,70	48,22	59,13	32,71	43,20	56,36	24,60	28,73	35,15	

LIITE 11 Sekajätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:	sekajäte		sekajäte		sekajäte			
AK-AR -alue			JÄRJESTELMÄ:	600 l		Molok		pk/600 l			
			KERÄYSTAPA:	kr		kr		kr			
			TYHJ.TIHEYYS:	104 kpl/a		17 kpl/a		52 kpl/a			
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ	min	ka	max	min	ka	max	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a	243116	243116	243116				15877	15877	15877
Ha	Astiakustannus	mk/a	199622	276882	379199	457582	620214	840972	148299	191767	256276
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a	182428	239364	314950	75812	100903	135345	146557	183091	238015
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a	108405	142040	186665	72542	96005	128378	86576	107366	139070
	Yht.	mk/a	733571	901402	1123930	605936	817122	1104695	397309	498101	649238
SYMBOLI	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ									
W	Kokonaisjättemäärä	t/a	2178	3111	4356	2178	3111	4356	2178	3111	4356
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a	49712	68952	94432	4046	5270	7021	8320	10244	13364
z	Astioiden lkm	kpl	478	663	908	238	310	413	160	197	257
T	Keräysaika	h/a	1460	1913	2514	977	1293	1728	1165	1446	1873
Syht.	Ajokilometrit	km/a	15650	21052	28254	16497	23303	32387	14064	19348	26430
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a	29827	41371	56659	16505	23054	31736	37222	48516	65135
	Asukkaiden lkm	kpl	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742
TUNNUSLUVUT			YKSIKKÖ								
		mk/t	337	290	258	278	263	254	182	160	149
		mk/astia/tyhj.	15	13	12	150	155	157	48	49	49
		mk/astia/a	1535	1360	1238	2546	2636	2675	2483	2528	2526
		mk/h	502	471	447	620	632	639	341	344	347
		mk/km	47	43	40	37	35	34	28	26	25
		mk/a-m3	25	22	20	37	35	35	11	10	10
		mk/as/a	35	43	54	29	39	53	19	24	31
	Keräyspistekustannus	mk/t	112	78	56	0	0	0	7	5	4
	Astiakustannus	mk/t	92	89	87	210	199	193	68	62	59
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t	84	77	72	35	32	31	67	59	55
	Henkilötyökustannus	mk/t	50	46	43	33	31	29	40	35	32
	Yht.	mk/t	337	290	258	278	263	254	182	160	149
	Keräyspistekustannus	mk/as/a	11,72	11,72	11,72	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77
	Astiakustannus	mk/as/a	9,62	13,35	18,28	22,06	29,90	40,54	7,15	9,25	12,36
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a	8,80	11,54	15,18	3,65	4,86	6,53	7,07	8,83	11,48
	Henkilötyökustannus	mk/as/a	5,23	6,85	9,00	3,50	4,63	6,19	4,17	5,18	6,70
	Yht.	mk/as/a	35,37	43,46	54,19	29,21	39,39	53,26	19,15	24,01	31,30

LIITE 12 Biojätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

	YHTEENVETO		JÄTEJAE:		biojäte			biojäte	
	AK-AR -alue		JÄRJESTELMÄ:		600 l			120/240 l	
			KERÄYSTAPA:		kk			kk	
			TYHJ.TIHEYS:		52 kpl/a			52 kpl/a	
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ		min	ka	max	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		74440	74440	74440	60715	60715	60715
Ha	Astiakustannus	mk/a		122512	135660	152991	74475	104981	138461
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		62912	74133	86046	55276	71756	89093
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		37422	43511	50045	32596	42026	51975
	Yht.	mk/a		297286	327744	363522	223062	279478	340244
SYMBOLI	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ							
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		622	1037	1452	622	1037	1452
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		10660	11804	13312	13988	19396	25428
z	Astioiden lkm	kpl		205	227	256	269	373	489
T	Keräysaika	h/a		503	586	674	439	566	700
Syht.	Ajokilometrit	km/a		5420	7739	10063	5376	7726	10081
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		6396	7082	7987	2609	3975	5386
	Asukkaiden lkm	kpl		20742	20742	20742	20742	20742	20742
	TUNNUSLUVUT	YKSIKKÖ							
		mk/t		478	316	250	359	270	234
		mk/astia/tyhj.		28	28	27	16	14	13
		mk/astia/a		1450	1444	1420	829	749	696
		mk/h		591	559	539	508	494	486
		mk/km		55	42	36	41	36	34
		mk/a-m3		46	46	46	85	70	63
		mk/as/a		14	16	18	11	13	16
	Keräyspistekustannus	mk/t		120	72	51	98	59	42
	Astiakustannus	mk/t		197	131	105	120	101	95
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		101	71	59	89	69	61
	Henkilötyökustannus	mk/t		60	42	34	52	41	36
	Yht.	mk/t		478	316	250	359	270	234
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		3,59	3,59	3,59	2,93	2,93	2,93
	Astiakustannus	mk/as/a		5,91	6,54	7,38	3,59	5,06	6,68
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		3,03	3,57	4,15	2,66	3,46	4,30
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		1,80	2,10	2,41	1,57	2,03	2,51
	Yht.	mk/as/a		14,33	15,80	17,53	10,75	13,47	16,40

LIITE 13 Biojätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:	biojäte			biojäte			biojäte		
AK-AR -alue			JÄRJESTELMÄ:	600 l			120/240/330 l			Molok		
			KERÄYSTAPA:	kr			kr			kr		
			TYHJ.TIHEYYS:	52 kpl/a			52 kpl/a			26 kpl/a		
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ		min	ka	max	min	ka	max	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		55721	55721	55721	41218	41218	41218			
Ha	Astiakustannus	mk/a		79483	104584	131476	55715	81710	109889	198135	250356	299506
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		46925	60124	73618	43074	57408	72101	44630	55629	66195
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		27547	34898	42471	25097	33190	41506	45070	55910	66231
	Yht.	mk/a		209676	255327	303286	165104	213526	264714	287835	361895	431932
SYMBOLI	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ										
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		622	1037	1452	622	1037	1452	622	1037	1452
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		6916	9100	11440	9620	13468	17576	3354	4238	5070
z	Astioiden lkm	kpl		133	175	220	185	259	338	129	163	195
T	Keräysaika	h/a		370	469	571	338	447	559	607	752	891
Syht.	Ajokilometrit	km/a		5032	7363	9696	5010	7347	9687	3533	5249	6961
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m ³ /a		4150	5460	6864	2315	3580	5117	4360	5509	6591
	Asukkaiden lkm	kpl		20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742
TUNNUSLUVUT			YKSIKKÖ									
		mk/t		337	246	209	265	206	182	463	349	297
		mk/astia/tyhj.		30	28	27	17	16	15	86	85	85
		mk/astia/a		1577	1459	1379	892	824	783	2231	2220	2215
		mk/h		567	544	531	488	478	474	474	481	485
		mk/km		42	33	31	33	29	27	81	69	62
		mk/a-m ³		51	47	44	71	60	52	66	66	66
		mk/as/a		10	12	15	8	10	13	14	17	21
	Keräyspistekustannus	mk/t		90	54	38	66	40	28	0	0	0
	Astiakustannus	mk/t		128	101	91	90	79	76	319	241	206
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		75	58	51	69	55	50	72	54	46
	Henkilötyökustannus	mk/t		44	34	29	40	32	29	72	54	46
	Yht.	mk/t		337	246	209	265	206	182	463	349	297
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		2,69	2,69	2,69	1,99	1,99	1,99	0,00	0,00	0,00
	Astiakustannus	mk/as/a		3,83	5,04	6,34	2,69	3,94	5,30	9,55	12,07	14,44
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		2,26	2,90	3,55	2,08	2,77	3,48	2,15	2,68	3,19
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		1,33	1,68	2,05	1,21	1,60	2,00	2,17	2,70	3,19
	Yht.	mk/as/a		10,11	12,31	14,62	7,96	10,29	12,76	13,88	17,45	20,82

LIITE 14 Kuivajätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

	YHTEENVETO		JÄTEJAE:	kuivajäte			kuivajäte			kuivajäte		
	AK-AR -alue		JÄRJESTELMÄ:	600 l			Molok			pk/600 l		
			KERÄYSTAPA:	kk			kk			kk		
			TYHJ. TIHEYYS:	104 kpl/a			17 kpl/a			26 kpl/a		
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ		min	ka	max	min	ka	max	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		236617	236617	236617				18529	18529	18529
Ha	Astiakustannus	mk/a		176653	231361	302775	450615	545686	705390	236109	288978	383345
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		175720	212931	264838	75688	91721	116077	113473	132452	170175
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		105361	127487	158227	73508	88506	111227	67345	78111	99941
	Yht.	mk/a		694351	808396	962457	599811	725913	932694	435456	518070	671990
SYMBOLI	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ										
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		1556	2074	2904	1556	2074	2904	1556	2074	2904
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		43992	57616	73400	4318	5117	6239	6604	7514	9464
z	Astioiden lkm	kpl		423	554	725	254	301	367	254	289	364
T	Keräysaika	h/a		1418	1717	2130	989	1192	1498	907	1052	1346
Syht.	Ajokilometrit	km/a		12820	15853	20663	13675	17962	24810	9948	12877	17604
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m ³ /a		26395	34570	45240	15048	18773	25452	29947	37034	49842
	Asukkaiden lkm	kpl		20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742
	TUNNUSLUVUT	YKSIKKÖ										
		mk/t		446	390	331	385	350	321	280	250	231
		mk/astia/tyhj.		16	14	13	139	142	149	66	69	71
		mk/astia/a		1641	1459	1328	2361	2412	2541	1714	1793	1846
		mk/h		490	471	452	606	609	623	480	492	499
		mk/km		54	51	47	44	40	38	44	40	38
		mk/a-m ³		26	23	21	40	39	37	15	14	13
		mk/as/a		33	39	46	29	35	45	21	25	32
	Keräyspistekustannus	mk/t		152	114	81	0	0	0	12	9	6
	Astiakustannus	mk/t		114	112	104	290	263	243	152	139	132
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		113	103	91	49	44	40	73	64	59
	Henkilötyökustannus	mk/t		68	61	54	47	43	38	43	38	34
	Yht.	mk/t		446	390	331	385	350	321	280	250	231
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		11,41	11,41	11,41	0,00	0,00	0,00	0,89	0,89	0,89
	Astiakustannus	mk/as/a		8,52	11,15	14,60	21,72	26,31	34,01	11,38	13,93	18,48
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		8,47	10,27	12,77	3,65	4,42	5,60	5,47	6,39	8,20
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		5,08	6,15	7,63	3,54	4,27	5,36	3,25	3,77	4,82
	Yht.	mk/as/a		33,48	38,97	46,40	28,92	35,00	44,97	20,99	24,98	32,40

LIITE 15 Kuivajätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

	YHTEENVETO		JÄTEJAE:		kuivajäte			kuivajäte			kuivajäte	
	AK-AR -alue		JÄRJESTELMÄ:		600 l			Molok			pk/600 l	
			KERÄYSTAPA:		kr			kr			kr	
			TYHJ.TIHEYYS:		104 kpl/a			17 kpl/a			52 kpl/a	
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ		min	ka	max	min	ka	max	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		191839	191839	191839	0	0	0	26582	26582	26582
Ha	Astiakustannus	mk/a		162454	212151	288158	397939	494320	652701	127271	159835	211891
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		151260	186099	240181	66070	80975	105754	116662	141374	178704
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		90288	110930	143006	63558	77443	100535	69127	83606	105064
	Yht.	mk/a		595841	701019	863184	527567	652738	858990	339642	411597	522241
SYMBOLI	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ										
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		1556	2074	2904	1556	2074	2904	1556	2074	2904
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		40456	52832	71760	3672	4335	5508	8060	9984	12688
z	Astioiden lkm	kpl		389	508	690	216	255	324	155	192	244
T	Keräysaika	h/a		1215	1494	1926	856	1042	1354	931	1126	1415
Syht.	Ajokilometrit	km/a		12087	15107	19930	13486	17762	24614	10509	13471	18195
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		24274	31699	43056	13702	17908	24427	29432	37034	49639
	Asukkaiden lkm	kpl		20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742
	TUNNUSLUVUT	YKSIKKÖ										
	mk/t			383	338	297	339	315	296	218	198	180
	mk/astia/tyhj.			15	13	12	144	151	156	42	41	41
	mk/astia/a			1532	1380	1251	2442	2560	2651	2191	2144	2140
	mk/h			490	469	448	616	626	634	365	366	369
	mk/km			49	46	43	39	37	35	32	31	29
	mk/a-m3			25	22	20	39	36	35	12	11	11
	mk/as/a			29	34	42	25	31	41	16	20	25
	Keräyspistekustannus	mk/t		123	92	66	0	0	0	17	13	9
	Astiakustannus	mk/t		104	102	99	256	238	225	82	77	73
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		97	90	83	42	39	36	75	68	62
	Henkilötyökustannus	mk/t		58	53	49	41	37	35	44	40	36
	Yht.	mk/t		383	338	297	339	315	296	218	198	180
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		9,25	9,25	9,25	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28
	Astiakustannus	mk/as/a		7,83	10,23	13,89	19,19	23,83	31,47	6,14	7,71	10,22
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		7,29	8,97	11,58	3,19	3,90	5,10	5,62	6,83	8,62
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		4,35	5,35	6,89	3,06	3,73	4,85	3,33	4,03	5,07
	Yht.	mk/as/a		28,73	33,80	41,62	25,43	31,47	41,41	16,37	19,84	25,18

LIITE 16 Paperin kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

	YHTEENVETO		JÄTEJAE:		paperi			paperi			paperi	
	AK-AR -alue		JÄRJESTELMÄ:		600 l			Molok			pk/600 l	
			KERÄYSTAPA:		kk			kk			kk	
			TYHJ.TIHEYS:		26 kpl/a			9 kpl/a			6 kpl/a	
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ		min	ka	max	min	ka	max	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		136119	136119	136119	0	0	0	0	0	0
Ha	Astiakustannus	mk/a		152431	179994	233867	233864	265316	327710	202834	235982	290493
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		48412	56197	69359	30656	34637	41705	32744	38318	47094
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		28438	32893	40466	30443	34304	41060	18934	21904	26730
	Yht.	mk/a		365400	405203	479811	294963	334307	410475	254532	296204	364317
SYMBOLI	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ										
W	Kokonaisjätymäärä	t/a		726	933	1245	726	933	1245	726	933	1245
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		9490	11206	14560	2070	2304	2772	1434	1578	1836
z	Astioiden lkm	kpl		365	431	560	230	256	308	239	263	306
T	Keräysaika	h/a		383	442	544	410	461	552	254	295	360
Syht.	Ajokilometrit	km/a		5063	6235	8002	3799	4756	6201	4529	5488	7229
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		5694	6724	8736	4496	5306	6893	5732	6748	8369
	Asukkaiden lkm	kpl		20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742
	TUNNUSLUVUT	YKSIKKÖ										
		mk/t		503	434	385	406	358	330	351	317	293
		mk/astia/tyhj.		39	36	33	142	145	148	177	188	198
		mk/astia/a		1001	940	857	1282	1306	1333	1065	1126	1191
		mk/h		954	917	882	719	725	744	1002	1004	1012
		mk/km		72	65	60	78	70	66	59	54	50
		mk/a-m3		64	60	55	66	63	60	44	44	44
		mk/as/a		18	20	23	14	16	20	12	14	18
	Keräyspistekustannus	mk/t		187	146	109	0	0	0	0	0	0
	Astiakustannus	mk/t		210	193	188	322	284	263	279	253	233
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		67	60	56	42	37	33	45	41	38
	Henkilötyökustannus	mk/t		39	35	33	42	37	33	26	23	21
	Yht.	mk/t		503	434	385	406	358	330	351	317	293
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		6,56	6,56	6,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Astiakustannus	mk/as/a		7,35	8,68	11,28	11,27	12,79	15,80	9,78	11,38	14,01
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		2,33	2,71	3,34	1,48	1,67	2,01	1,58	1,85	2,27
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		1,37	1,59	1,95	1,47	1,65	1,98	0,91	1,06	1,29
	Yht.	mk/as/a		17,62	19,54	23,13	14,22	16,12	19,79	12,27	14,28	17,56

LIITE 17 Paperin kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

	YHTEENVETO		JÄTEJAE:		paperi			paperi			paperi	
	AK-AR -alue		JÄRJESTELMÄ:		600 l			Molok			pk/600 l	
			KERÄYSTAPA:		kr			kr			kr	
			TYHJ. TIHEYYS:		26 kpl/a			17 kpl/a			12 kpl/a	
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ		min	ka	max	min	ka	max	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		121214	121214	121214						
Ha	Astiakustannus	mk/a		134474	165795	215910	131241	152155	179419	110647	129499	162242
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		41832	50082	62800	33043	37813	44191	33771	39227	48953
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		24428	29106	36383	32893	37496	43511	19454	22424	27918
	Yht.	mk/a		321968	366197	436307	197177	227464	267121	163872	191150	239113
SYMBOLI	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ										
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		726	933	1245	726	933	1245	726	933	1245
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		8372	10322	13442	2210	2533	2924	1860	2028	2472
z	Astioiden lkm	kpl		322	397	517	130	149	172	153	169	206
T	Keräysaika	h/a		328	392	490	442	504	586	262	302	375
Syht.	Ajokilometrit	km/a		4877	6052	7817	3983	4947	6386	4459	5618	7366
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m ³ /a		5023	6193	8063	4694	5576	6863	5472	6569	8330
	Asukkaiden lkm	kpl		20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742	20742
	TUNNUSLUVUT	YKSIKKÖ										
		mk/t		443	392	350	272	244	213	226	203	192
		mk/astia/tyhj.		38	35	32	89	90	91	88	94	97
		mk/astia/a		1000	922	844	1517	1527	1553	1057	1131	1161
		mk/h		982	934	890	446	451	456	623	633	638
		mk/km		66	61	56	50	46	42	37	34	32
		mk/a-m ³		64	59	54	42	41	39	30	29	29
		mk/as/a		16	18	21	10	11	13	8	9	12
	Keräyspistekustannus	mk/t		167	130	97	0	0	0	0	0	0
	Astiakustannus	mk/t		185	178	173	181	163	144	152	139	130
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		58	54	50	46	41	35	47	42	39
	Henkilötyökustannus	mk/t		34	31	29	45	40	35	27	24	22
	Yht.	mk/t		443	392	350	272	244	213	226	203	192
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		5,84	5,84	5,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Astiakustannus	mk/as/a		6,48	7,99	10,41	6,33	7,34	8,65	5,33	6,24	7,82
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		2,02	2,41	3,03	1,59	1,82	2,13	1,63	1,89	2,36
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		1,18	1,40	1,75	1,59	1,81	2,10	0,94	1,08	1,35
	Yht.	mk/as/a		15,52	17,65	21,03	9,51	10,97	12,88	7,90	9,22	11,53

LIITE 18 Paperin kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros-, rivi- ja omakotitaloalueella

	YHTEENVETO		JÄTEJAE:		paperi			paperi	
	AK-AR -alue + AO -alue		JÄRJESTELMÄ:		600 l			Molok	
			KERÄYSTAPA:		kr			kr	
			TYHJ. TIHEYYS:		ak-ar: 26 kpl/a , ao: 9 kpl/a			ak-ar: 17 kpl/a , ao: 4 kpl/a	
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ		min	ka	max	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		152269	152269	152269	0	0	0
Ha	Astiakustannus	mk/a		165796	204216	267277	190222	212922	244268
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		46061	54873	68557	36918	41833	48428
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		26953	31928	39799	36531	41283	47446
	Yht.	mk/a		391079	443286	527902	263671	296038	340142
SYMBOLI	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ							
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		773	993	1325	773	993	1325
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		9047	11150	14549	2474	2797	3188
z	Astioiden lkm	kpl		397	489	640	196	215	238
T	Keräysaika	h/a		361	430	536	491	555	639
Syht.	Ajokilometrit	km/a		5288	6539	8418	4284	5308	6838
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		5428	6690	8729	5051	5980	7378
	Asukkaiden lkm	kpl		22077	22077	22077	22077	22077	22077
	TUNNUSLUVUT	YKSIKKÖ							
		mk/t		506	446	398	341	298	257
		mk/astia/tyhj.		43	40	36	107	106	107
		mk/astia/a		985	907	825	1345	1377	1429
		mk/h		1083	1031	985	537	533	532
		mk/km		74	68	63	62	56	50
		mk/a-m3		72	66	60	52	50	46
		mk/as/a		18	20	24	12	13	15
	Keräyspistekustannus	mk/t		197	153	115	0	0	0
	Astiakustannus	mk/t		214	206	202	246	214	184
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		60	55	52	48	42	37
	Henkilötyökustannus	mk/t		35	32	30	47	42	36
	Yht.	mk/t		506	446	398	341	298	257
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		6,90	6,90	6,90	0,00	0,00	0,00
	Astiakustannus	mk/as/a		7,51	9,25	12,11	8,62	9,64	11,06
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		2,09	2,49	3,11	1,67	1,89	2,19
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		1,22	1,45	1,80	1,65	1,87	2,15
	Yht.	mk/as/a		17,71	20,08	23,91	11,94	13,41	15,41

LIITE 19 Paperin alueellisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset

	YHTEENVETO		JÄTEJAE:		paperi			paperi	
	AK-AR-AO -alue		JÄRJESTELMÄ:		600 l			Molok	
			KERÄYSTAPA:		ak			ak	
			TYHJ.TIHEYYS:		52 kpl/a			26 kpl/a	
SYMBOLI	KUSTANNUSTEKLJÄ	YKSIKKÖ		min	ka	max	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		0	0	0	0	0	0
Ha	Astiakustannus	mk/a		67237	86447	111087	69950	84273	104315
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		42263	51625	64680	26635	31663	38451
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		24503	29923	37348	26136	31037	37496
	Yht.	mk/a		134003	167995	213115	122721	146973	180262
SYMBOLI	LASKENTATEKLJÄ	YKSIKKÖ							
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		773	994	1325	773	994	1325
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		8372	10764	13832	1716	2054	2470
z	Astoiden lkm	kpl		161	207	266	66	79	95
T	Keräysaika	h/a		330	402	503	352	417	504
Syht.	Ajokilometrit	km/a		5232	6486	8362	4072	5098	6629
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		5023	6458	8299	4220	5145	6703
	Asukkaiden lkm	kpl		22078	22078	22078	22078	22078	22078
	TUNNUSLUVUT	YKSIKKÖ							
		mk/t		173	169	161	159	148	136
		mk/astia/tyhj.		16	16	15	72	72	73
		mk/astia/a		832	812	801	1859	1860	1897
		mk/h		406	418	424	349	352	358
		mk/km		26	26	25	30	29	27
		mk/a-m3		27	26	26	29	29	27
		mk/as/a		6	8	10	6	7	8
	Keräyspistekustannus	mk/t		0	0	0	0	0	0
	Astiakustannus	mk/t		87	87	84	90	85	79
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		55	52	49	34	32	29
	Henkilötyökustannus	mk/t		32	30	28	34	31	28
	Yht.	mk/t		173	169	161	159	148	136
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Astiakustannus	mk/as/a		3,05	3,92	5,03	3,17	3,82	4,72
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		1,91	2,34	2,93	1,21	1,43	1,74
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		1,11	1,36	1,69	1,18	1,41	1,70
	Yht.	mk/as/a		6,07	7,61	9,65	5,56	6,66	8,16

LIITE 20 Optiseen lajitteluun perustuvan bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:			biojäte+kuivajäte			
OPTINEN LAJITTELU			ASTIA:			600 l			
AK-AR -alue			KERÄYSTAPA:			kk			
			TYHJ.TIHEYS:			104 kpl/a			
KUSTANNUSTEKIJÄ			YKSIKKÖ	min	ks	max	min	ks	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		257971	257971	257971	213134	213134	213134
Ha	Astiakustannus	mk/a		184170	248902	330755	168718	235120	315721
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		192888	243900	309741	167834	219558	284925
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		114716	144639	183175	99272	129641	167879
	Opt. lajittelun kustannus	mk/a		60855	87366	122330	60855	87366	122330
	Yht.	mk/a		810600	982778	1203972	709813	884819	1103989
LASKENTATEKIJÄ			YKSIKKÖ						
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		2178	3111	4356	2178	3111	4356
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		45864	61984	82368	42016	58552	78624
z	Astioiden lkm	kpl		441	596	792	404	563	756
T	Keräysaika	h/a		1545	1948	2467	1337	1746	2261
Syht.	Ajokilometrit	km/a		16301	21669	28814	15565	20938	28080
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		27518	37190	49421	25210	35131	47174
	Asukkaiden lkm	kpl		20742	20742	20742	20742	20742	20742
TUNNUSLUVUT			YKSIKKÖ						
		mk/t		372	316	276	326	284	253
		mk/astia/tyhj.		18	16	15	17	15	14
		mk/astia/a		1838	1649	1520	1757	1572	1460
		mk/h		525	505	488	531	507	488
		mk/km		50	45	42	46	42	39
		mk/a-m3		29	26	24	28	25	23
		mk/as/a		39	47	58	34	43	53
	Keräyspistekustannus	mk/t		118	83	59	98	69	49
	Astiakustannus	mk/t		85	80	76	77	76	72
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		89	78	71	77	71	65
	Henkilötyökustannus	mk/t		53	46	42	46	42	39
	Opt. lajittelun kustannus	mk/t		28	28	28	28	28	28
	Yht.	mk/t		372	316	276	326	284	253
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		12,44	12,44	12,44	10,28	10,28	10,28
	Astiakustannus	mk/as/a		8,88	12,00	15,95	8,13	11,34	15,22
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		9,30	11,76	14,93	8,09	10,59	13,74
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		5,53	6,97	8,83	4,79	6,25	8,09
	Opt. lajittelun kustannus	mk/as/a		2,93	4,21	5,90	2,93	4,21	5,90
	Yht.	mk/as/a		39,08	47,38	58,05	34,22	42,66	53,22

LIITE 21 Lokeroauton käyttöön perustuvan bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset kerros- ja rivitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:			kuivajäte+biojäte		
LOKEROAUTO			ASTIA:			600 l + 120/240 l		
AK-AR -alue			KERÄYSTAPA:			kk		
			TYHJ.TIHEYYS:			104 kpl/a		
KUSTANNUSTEKIJÄ			YKSIKKÖ			min		
						ka		
						max		
						min		
						ka		
						maks		
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		279614	279614	279614	225915	225915
Ha	Astiakustannus	mk/a		233366	298582	385294	205133	269889
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		259489	315258	396219	221769	278831
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		143080	173522	217553	121622	152807
	Yht.	mk/a		915549	1066976	1278680	774439	927442
LASKENTATEKIJÄ			YKSIKKÖ					
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		2178	3111	4356	2178	3111
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		66040	82992	106184	56576	74360
z	Astioiden lkm	kpl		635	798	1021	544	715
T	Keräysaika	h/a		1927	2337	2929	1638	2058
Syht.	Ajokilometrit	km/a		18018	22744	30264	17227	21960
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m ³ /a		29677	39163	51218	27182	35892
	Asukkaiden lkm	kpl		20742	20742	20742	20742	20742
TUNNUSLUVUT			YKSIKKÖ					
		mk/t		420	343	294	356	298
		mk/astia/tyhj.		14	13	12	14	12
		mk/astia/a		1442	1337	1252	1424	1297
		mk/h		475	457	437	473	451
		mk/km		51	47	42	45	42
		mk/a-m ³		31	27	25	28	26
		mk/as/a		44	51	62	37	45
	Keräyspistekustannus	mk/t		128	90	64	104	73
	Astiakustannus	mk/t		107	96	88	94	87
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		119	101	91	102	90
	Henkilötyökustannus	mk/t		66	56	50	56	49
	Yht.	mk/t		420	343	294	356	298
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		13,48	13,48	13,48	10,89	10,89
	Astiakustannus	mk/as/a		11,25	14,40	18,58	9,89	13,01
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		12,51	15,20	19,10	10,69	13,44
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		6,90	8,37	10,49	5,86	7,37
	Yht.	mk/as/a		44,14	51,44	61,65	37,34	44,71

LIITE 22 Sekajätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:	sekajäte	
AO -alue			JÄRJESTELMÄ:	sakki	
			KERÄYSTAPA:	kk	
			TYHJ.TIHEYS:	52 kpl/a	
KUSTANNUSTEKIJÄ		YKSIKKÖ	mln	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a	11217	11217	11217
Ha	Astiakustannus	mk/a	26050	26080	28471
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a	44671	45981	47727
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a	27324	28067	28958
	Yht.	mk/a	109262	111345	116373
LASKENTATEKIJÄ		YKSIKKÖ			
W	Kokonaisjätemäärä	t/a	140	200	280
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a	17836	17836	17836
z	Astioiden lkm	kpl	343	343	343
T	Keräysaika	h/a	368	377	390
Syht.	Ajokilometrit	km/a	1860	2194	2639
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a	2678	2686	3315
	Asukkaiden lkm	kpl	1335	1335	1335
TUNNUSLUVUT		YKSIKKÖ			
		mk/t	780	557	416
		mk/astia/tyhj.	6	6	7
		mk/astia/a	319	325	339
		mk/h	297	295	298
		mk/km	59	51	44
		mk/a-m3	41	41	35
		mk/as/a	82	83	87
	Keräyspistekustannus	mk/t	80	56	40
	Astiakustannus	mk/t	186	130	102
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t	319	230	170
	Henkilötyökustannus	mk/t	195	140	103
	Yht.	mk/t	780	557	416
	Keräyspistekustannus	mk/as/a	8,40	8,40	8,40
	Astiakustannus	mk/as/a	19,51	19,54	21,33
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a	33,46	34,44	35,75
	Henkilötyökustannus	mk/as/a	20,47	21,02	21,69
	Yht.	mk/as/a	81,84	83,40	87,17

LIITE 23 Sekajätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:		sekajäte	sekajäte			
AO -alue			JÄRJESTELMÄ:		600 l	Molok			
			KERÄYSTAPA:		kr	kr			
			TYHJ.TIHEYD:		52 kpl/a	17 kpl/a			
KUSTANNUSTEKIJÄ			YKSIKKÖ	mln	ka	max	mln	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		60080	60080	60080	0	0	0
Ha	Astiakustannus	mk/a		33827	45521	59302	88358	94174	102671
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		22078	26157	31166	16731	17764	19140
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		13217	15667	18637	15667	16558	17672
	Yht.	mk/a		129202	147425	169185	120756	128496	139483
LASKENTATEKIJÄ			YKSIKKÖ						
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		140	200	280	140	200	280
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		4212	5668	7384	1122	1122	1122
z	Astioiden lkm	kpl		81	109	142	66	66	66
T	Keräysaika	h/a		178	211	251	211	222	237
Syht.	Ajokilometrit	km/a		1657	2007	2471	1386	1818	2394
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		2527	3401	4430	1632	2181	2967
	Asukkaiden lkm	kpl		1335	1335	1335	1335	1335	1335
TUNNUSLUVUT			YKSIKKÖ						
		mk/t		923	737	604	863	642	498
		mk/astia/tyhj.		31	26	23	108	115	124
		mk/astia/a		1595	1353	1191	1830	1947	2113
		mk/h		726	699	674	572	579	589
		mk/km		78	73	68	87	71	58
		mk/a-m3		51	43	38	74	59	47
		mk/as/a		97	110	127	90	96	104
	Keräyspistekustannus	mk/t		429	300	215	0	0	0
	Astiakustannus	mk/t		242	228	212	631	471	367
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		158	131	111	120	89	68
	Henkilötyökustannus	mk/t		94	78	67	112	83	63
	Yht.	mk/t		923	737	604	863	642	498
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		45,00	45,00	45,00	0,00	0,00	0,00
	Astiakustannus	mk/as/a		25,34	34,10	44,42	66,19	70,54	76,91
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		16,54	19,59	23,35	12,53	13,31	14,34
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		9,90	11,74	13,96	11,74	12,40	13,24
	Yht.	mk/as/a		96,78	110,43	126,73	90,45	96,25	104,48

LIITE 24 Biojätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:		biojäte	
AO -alue			JÄRJESTELMÄ:		120/240 l	
			KERÄYSTAPA:		kr	
			TYHJ.TIHEYS:		36 kpl/a	
KUSTANNUSTEKIJÄ			YKSIKKÖ	min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		12580	12580	12580
Ha	Astiakustannus	mk/a		17212	17749	18405
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		10316	10898	11480
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		6163	6534	6831
	Yht.	mk/a		46271	47761	49296
LASKENTATEKIJÄ			YKSIKKÖ			
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		40	67	93
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		2376	2376	2376
z	Astioiden lkm	kpl		66	66	66
T	Keräysaika	h/a		83	87	91
Syht.	Ajokilometrit	km/a		808	957	1105
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		289	367	462
	Asukkaiden lkm	kpl		1335	1335	1335
TUNNUSLUVUT			YKSIKKÖ			
		mk/t		1157	713	530
		mk/astia/tyhj.		19	20	21
		mk/astia/a		701	724	747
		mk/h		557	549	542
		mk/km		57	50	45
		mk/a-m3		160	130	107
		mk/as/a		35	36	37
	Keräyspistekustannus	mk/t		315	188	135
	Astiakustannus	mk/t		430	265	198
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		258	163	123
	Henkilötyökustannus	mk/t		154	98	73
	Yht.	mk/t		1157	713	530
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		9,42	9,42	9,42
	Astiakustannus	mk/as/a		12,89	13,30	13,79
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		7,73	8,16	8,60
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		4,62	4,89	5,12
	Yht.	mk/as/a		34,66	35,78	36,93

LIITE 25 Kuivajätteen kiinteistökohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:	kuivajäte		
AO -alue			JÄRJESTELMÄ:	säkki		
			KERÄYSTAPA:	kk		
			TYHJ.TIHEYYS:	26 kpl/a		
KUSTANNUSTEKIJÄ		YKSIKKÖ		min	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		11217	11217	11217
Ha	Astiakustannus	mk/a		13228	14236	14675
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		22990	23718	24883
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		14033	14405	14999
	Yht.	mk/a		61468	63576	65774
LASKENTATEKIJÄ		YKSIKKÖ				
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		100	134	187
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		8918	8918	8918
z	Astioiden lkm	kpl		343	343	343
T	Keräysaika	h/a		189	194	202
Syht.	Ajokilometrit	km/a		1097	1283	1580
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		1392	1658	1773
	Asukkaiden lkm	kpl		1335	1335	1335
TUNNUSLUVUT		YKSIKKÖ				
		mk/t		615	474	352
		mk/astia/tyhj.		7	7	7
		mk/astia/a		179	185	192
		mk/h		325	328	326
		mk/km		56	50	42
		mk/a-m3		44	38	37
		mk/as/a		46	48	49
	Keräyspistekustannus	mk/t		112	84	60
	Astiakustannus	mk/t		132	106	78
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		230	177	133
	Henkilötyökustannus	mk/t		140	108	80
	Yht.	mk/t		615	474	352
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		8,40	8,40	8,40
	Astiakustannus	mk/as/a		9,91	10,66	10,99
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		17,22	17,77	18,64
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		10,51	10,79	11,24
	Yht.	mk/as/a		46,04	47,62	49,27

LIITE 26 Kuivajätteen kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen
kustannukset omakotitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:			kuivajäte		
AO -alue			JÄRJESTELMÄ:			600 l		
			KERÄYSTAPA:			kr		
			TYHJ.TIHEYS:			26 kpl/a		
						12 kpl/a		
KUSTANNUSTEKIJÄ		YKSIKKÖ	min	ks	max	min	ks	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a	67110	67110	67110	0	0	0
Ha	Astiakustannus	mk/a	51367	61808	78513	80891	85549	95575
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a	13771	15735	18876	12060	12710	13750
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a	8316	9430	11286	11286	11806	12623
Yht.		mk/a	140564	154083	175785	104237	110065	121948
LASKENTATEKIJÄ		YKSIKKÖ						
W	Kokonaisjättemäärä	t/a	100	134	187	100	134	187
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a	3198	3848	4888	792	792	792
z	Astioiden lkm	kpl	123	148	188	66	66	66
T	Keräysaika	h/a	111	127	152	152	159	170
Syht.	Ajokilometrit	km/a	1007	1200	1509	1083	1355	1790
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m ³ /a	1919	2309	2933	1213	1540	2207
	Asukkaiden lkm	kpl	1335	1335	1335	1335	1335	1335
TUNNUSLUVUT		YKSIKKÖ						
		mk/t	1406	1150	940	1042	821	652
		mk/astia/tyhj.	44	40	36	132	139	154
		mk/astia/a	1143	1041	935	1579	1668	1848
		mk/h	1266	1213	1156	686	692	717
		mk/km	140	128	116	96	81	68
		mk/a-m ³	73	67	60	86	71	55
		mk/as/a	105	115	132	78	82	91
	Keräyspistekustannus	mk/t	671	501	359	0	0	0
	Astiakustannus	mk/t	514	461	420	809	638	511
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t	138	117	101	121	95	74
	Henkilötyökustannus	mk/t	83	70	60	113	88	68
Yht.		mk/t	1406	1150	940	1042	821	652
	Keräyspistekustannus	mk/as/a	50,27	50,27	50,27	0,00	0,00	0,00
	Astiakustannus	mk/as/a	38,48	46,30	58,81	60,59	64,08	71,59
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a	10,32	11,79	14,14	9,03	9,52	10,30
	Henkilötyökustannus	mk/as/a	6,23	7,06	8,45	8,45	8,84	9,46
Yht.		mk/as/a	105,29	115,42	131,67	78,08	82,45	91,35

LIITE 27 Paperin kiinteistöryhmäkohtaisen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella

YHTEENVETO			JÄTEJAE:			paperi			
AO -alue			JÄRJESTELMÄ:			Molok			
			KERÄYSTAPA:			kr			
			TYHJ.TIHEYD:			4 kpl/a			
KUSTANNUSTEKIJÄ			YKSIKKÖ	mln	ka	max	mln	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		31055	31055	31055	0	0	0
Ha	Astiakustannus	mk/a		31322	38421	51367	58981	60767	64849
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		4209	4791	5757	3875	4020	4237
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		2525	2822	3416	3638	3787	3935
Yht.		mk/a		69111	77089	91595	66494	68574	73021
LASKENTATEKIJÄ			YKSIKKÖ						
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		47	60	80	47	60	80
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		675	828	1107	264	264	264
z	Astioiden lkm	kpl		75	92	123	66	66	66
T	Keräysaika	h/a		33	38	46	49	51	53
Syht.	Ajokilometrit	km/a		411	487	601	301	361	452
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		405	497	664	357	404	513
	Asukkaiden lkm	kpl		1335	1335	1335	1335	1335	1335
TUNNUSLUVUT			YKSIKKÖ						
		mk/t		1470	1285	1145	1415	1143	913
		mk/astia/tyhj.		102	93	83	252	260	277
		mk/astia/a		921	838	745	1007	1039	1106
		mk/h		2094	2029	1991	1357	1345	1378
		mk/km		168	158	152	221	190	162
		mk/a-m3		171	155	138	186	170	142
		mk/as/a		52	58	69	50	51	55
	Keräyspistekustannus	mk/t		661	518	388	0	0	0
	Astiakustannus	mk/t		666	640	642	1255	1013	811
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		90	80	72	82	67	53
	Henkilötyökustannus	mk/t		54	47	43	77	63	49
Yht.		mk/t		1470	1285	1145	1415	1143	913
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		23,26	23,26	23,26	0,00	0,00	0,00
	Astiakustannus	mk/as/a		23,46	28,78	38,48	44,18	45,52	48,58
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		3,15	3,59	4,31	2,90	3,01	3,17
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		1,89	2,11	2,56	2,73	2,84	2,95
Yht.		mk/as/a		51,77	57,74	68,61	49,81	51,37	54,70

LIITE 28 Optiseen lajitteluun perustuvan bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella

	YHTEENVETO		JÄTEJAE:		biojäte+kuivajäte	
	OPTINEN LAJITTELU		ASTIA:		600 l	
	AO -alue		KERÄYSTAPA:		kr	
			TYHJ.TIHEYYS:		52 kpl/a	
	KUSTANNUSTEKIJÄ	YKSIKKÖ		min	lta	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a		54476	54476	54476
Ha	Astiakustannus	mk/a		30904	38421	52620
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a		21466	24556	29664
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a		12845	14702	17672
	Optisen lajittelun kustannus	mk/a		3912	5618	7862
	Yht.	mk/a		123603	137773	162294
	LASKENTATEKIJÄ	YKSIKKÖ				
W	Kokonaisjättemäärä	t/a		140	200	280
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a		3848	4784	6552
z	Astioiden lkm	kpl		74	92	126
T	Keräysaika	h/a		173	197	238
Syht.	Ajokilometrit	km/a		1653	1997	2462
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a		2309	2870	3931
	Asukkaiden lkm	kpl		1335	1335	1335
	TUNNUSLUVUT	YKSIKKÖ				
		mk/t		883	689	580
		mk/astia/tyhj.		32	29	25
		mk/astia/a		1670	1498	1288
		mk/h		714	699	682
		mk/km		75	69	66
		mk/a-m3		54	48	41
		mk/as/a		93	103	122
	Keräyspistekustannus	mk/t		389	272	195
	Astiakustannus	mk/t		221	192	188
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t		153	123	106
	Henkilötyökustannus	mk/t		92	74	63
	Optisen lajittelun kustannus	mk/t		28	28	28
	Yht.	mk/t		883	689	580
	Keräyspistekustannus	mk/as/a		40,81	40,81	40,81
	Astiakustannus	mk/as/a		23,15	28,78	39,42
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a		16,08	18,39	22,22
	Henkilötyökustannus	mk/as/a		9,62	11,01	13,24
	Optisen lajittelun kustannus	mk/as/a		2,93	4,21	5,89
	Yht.	mk/as/a		92,59	103,20	121,57

LIITE 29 Lokeroauton käyttöön perustuvan bio- ja kuivajätteen keräyksen ja kuljetuksen kustannukset omakotitaloalueella

YHTEENVETO		JÄTEJAE:	kuivajäte+biojäte		
LOKEROAUTO		ASTIA:	600 l + 120/240 l		
AO -alue		KERÄYSTAPA:	kr		
		TYHJ.TIHEYYS:	52 kpl/a		
KUSTANNUSTEKIJÄ		YKSIKKÖ	mln	ka	max
Hk	Keräyspistekustannus	mk/a	61661	61661	61661
Ha	Astiakustannus	mk/a	47251	52859	64224
Hn	Keräysajoneuvokustannus	mk/a	30329	33100	38096
Ht	Henkilötyökustannus	mk/a	16855	18340	21087
	Yht.	mk/a	156096	165960	185068
LASKENTATEKIJÄ		YKSIKKÖ			
W	Kokonaisjättemäärä	t/a	140	200	280
ze	Astiatyhjennysten lkm	kpl/a	7176	7852	9204
z	Astioiden lkm	kpl	138	151	177
T	Keräysaika	h/a	227	247	283
Syht.	Ajokilometrit	km/a	1784	2084	2566
Vz	Kokonaisastiatilavuus	m3/a	2658	3101	4018
	Asukkaiden lkm	kpl	1335	1335	1335
TUNNUSLUVUT		YKSIKKÖ			
		mk/t	1115	830	661
		mk/astia/tyhj.	22	21	20
		mk/astia/a	1131	1099	1046
		mk/h	688	672	654
		mk/km	87	80	72
		mk/a-m3	59	54	46
		mk/as/a	117	124	139
	Keräyspistekustannus	mk/t	440	308	220
	Astiakustannus	mk/t	338	264	229
	Keräysajoneuvokustannus	mk/t	217	166	136
	Henkilötyökustannus	mk/t	120	92	75
	Yht.	mk/t	1115	830	661
	Keräyspistekustannus	mk/as/a	46,19	46,19	46,19
	Astiakustannus	mk/as/a	35,39	39,59	48,11
	Keräysajoneuvokustannus	mk/as/a	22,72	24,79	28,54
	Henkilötyökustannus	mk/as/a	12,63	13,74	15,80
	Yht.	mk/as/a	116,93	124,31	138,63

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLINNON JULKAISUJA - sarja A

83. Vesihuoltolaitokset 31.12.1988 ja 31.12.1989. Helsinki 1992.
84. Sandman, Olavi; Turkia, Jaana & Huttunen, Pertti: Paleolimnologinen tutkimus metsäojituksen ja -lannoituksen vesistövaikutuksista Juupajoen Kalliojärvässä. Helsinki 1992.
85. Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri: Uudenmaan ja Etelä-Hämeen vedet. Helsinki 1991.
86. Roila, Tuija: Pienvesien happamoitumisen seuranta vuosina 1979 - 1989.
Roos, Jaana: Puskurikapasiteetin muutokset eräissä pienjärävissä vuosien 1937 - 48 ja 1988 välillä. Helsinki 1992.
87. Ollikainen, Minna: Karjalan Pyhäjärven tila 1980-luvulla sedimentin piilevien ilmentämänä. Helsinki 1992.
88. Lepistö, Liisa: Planktonlevien aiheuttamat haitat. Helsinki 1992.
89. Rantakangas, Jorma: Perkauksen aiheuttaman kiintoainevirtaaman ennakointi. Helsinki 1992.
90. Kaijalainen, Erkki (toim.): Sonkajärven reitin vesien käytön yleissuunnitelma. Helsinki 1992.
91. Salo, Simo: The fate of chemicals spilled on water. A literature review of physical and chemical processes. Helsinki 1992.
92. Mäkirinta, Urho & Tolonen, Pasi: Vaalan Järvikylän järvien kasvillisuus järvien tilan kuvaajana. Helsinki 1992.
93. Mäkirinta, Urho: Muutoksia Alavetelin Isojärven kasvillisuudessa 1973 - 1981. Helsinki 1992.
94. Nakari, Tarja: Porvoon edustan merialueen meriveden vaikutuksista sumpputettujen ja luonnonkalojen elintoimintoihin. Helsinki 1992.
95. Torpström, Heikki & Lappalainen, Matti: Järvien biomanipulaation perusteita ja käytännön mahdollisuuksia. Helsinki 1992.
96. Salonen, Seija; Frisk, Tom; Kärmenniemi, Tellervo; Niemi, Jorma; Pitkänen, Heikki; Silvo, Kimmo & Vuoristo, Heidi: Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä - vaikutusten arviointi. Helsinki 1992.
97. Assmuth, Timo; Strandberg, Tapio; Joutti, Anneli & Kalevi, Kirsti: Kemiallisesti saastuneiden maa-alueiden tutkimusmenetelmät. Helsinki 1992.
98. Kivimäki, Anna-Liisa: Tekopohjavesilaitokset Suomessa. Helsinki 1992.
99. Tanninen, Risto: Arvot ja asenteet Pyhäjoen vesiensuojelusuunnittelussa. Helsinki 1992.
100. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitin vene- ja retkisatamasuunnitelma. Helsinki 1992.
101. Eloheimo, Karri: Veneily ja sen ympäristövaikutukset. Helsinki 1992.
102. Sytyke 16. Sannholm, Gun & Söderström, Mirja: Entsyymikäsittelyn merkitys sulfaattimassan valkaisuissa. Helsinki 1992.
103. Sytyke 9. Raitio, Laura: Siistausprosessin ympäristökuormitus. Helsinki 1992.
104. Sytyke 17. Jantunen, Esko: Jätevesipäästötön paperitehdas. Helsinki 1992.
105. Sytyke 10. Lehtinen, K.-J. & Tana: Effects in mesocosms exposed to effluents from bleached hardwood kraft pulp mill. Helsinki 1992.
106. Hudd, Richard; Toivonen, Anna-Liisa & Wistbacka Ralf: Malax å fiskeriutredning. Helsinki 1992.
107. Rontu, Mika: Pohjaveden alkalointi kalkkikivisuodatuksella. Helsinki 1992.
108. Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri: Rautalammin reitti - Kansallisvesi. Helsinki 1992.
109. Sytyke 11. Junttila, Vesa: Sellutehtaan ympäristökuormitusten pienentäminen ja hallinta uudella tehdaslayoutilla. Helsinki 1992.
110. Sytyke 20. Kara, Mikko: Natrium- ja rikkitaseen säätömahdollisuuksia suomalaisessa sellutehtaassa. Helsinki 1992.
111. Kauppi, Marja: Repoveden alueen vesistöjen perusselvitys. Helsinki 1992.
112. Lindholm, Tapio (toim.): Sukkessiotutkimusten tuloksia Suomen ja SNTL:n luonnonsuojelualueilta. Helsinki 1992.
113. Sytyke 2. Hatakka, Annele; Valo, Marjatta & Lankinen, Pauliina: Puunjalostusteollisuuden jätevesien käsittely valkolahosienillä ja niiden entsyymeillä. Helsinki 1992.
114. Sytyke 19. Krogerus, Märten & Hynninen, Pertti: Sellu- ja paperiteollisuuden päästöjen käsittelyvaihtoehdot ja kustannukset. Helsinki 1992.
115. Hyvärinen, Pekka; Salojärvi, Kalervo; Pushkin, Sergei & Ahonen, Mikko: Kalojen vaellus Oulujärvestä Oulujokeen. Helsinki 1992.
116. Ettala, Matti & Koskela, Juhani: Kloorifenolipitoisten pohjavesien käsittely aktiivihiihluodatuksella ja aktiivilietemenetelmällä. Helsinki 1992.

117. Sytyke 6. Myréen, Bertel: Suomen metsäteollisuuden tila vuonna 1995. Helsinki 1992.
118. Lyly, Olavi: Torjunta-aineiden käytön kannattavuus ja ympäristöhaittojen vähentäminen. Helsinki 1992
119. Sytyke 21. Laxén, Torolf: Organosolvkeitot. Helsinki 1992.
120. Sytyke 4. Pere, J; Thun, R; Alén, R; Kyllönen, H & Viikari, L: Metsäteollisuuden jäteliitteet. Helsinki 1992.
121. Vesihuoltolaitokset 31.12.1990. Helsinki 1992.
122. Sytyke 14. Siitonen, Heikki; Wartiovaara, Jyrki & Kasanen, Pirkko: Sellu- ja paperitehdas-integraatin ympäristönsuojelutoimien hyötyjen ja haittojen arviointi - casetutkimus. Helsinki 1992.
123. Sytyke 22. Malinen, Raimo: Skenaarioanalyysi massan valmistuksen kehitysvaihtoehtoista. Helsinki 1992.
124. Sytyke 22A. Vasara, Petri: Skenaarioiden tuottaminen ja analyysi massanvalmistukselle Suomessa 1995 - 2010. Helsinki 1992.
125. Törrtö, Heli; Kaakinen, Eero & Alasaarela, Erkki: Ympäristövaikutusten arviointi aluehallinnossa - esimerkkinä Oulun lääni. Helsinki 1992.
126. Ekholm, Matti: Suomen vesistöalueet. Helsinki 1992.
127. Aura, Erkki; Puustinen, Markku; Virtanen, Seija; Mikkola, Hannu; Luoma, Tarmo & Peltomaa, Rauno: Salaojitusmenetelmien vertailu Zaitsevon kenttäkokeessa. Helsinki 1992.
128. Sytyke 15. Puustinen, Jukka: Ravinteiden käytön optimointi metsäteollisuuden aktiivilietelaitoksissa.
Sytyke 3. Lammi, Reino & Pakarinen, Kauko: Typpiravinnelisäyksen vaikutus sellutehtaan aktiivilietelaitoksen toimintaan. Helsinki 1993.
129. Seppälä, Jyri: Ympäristöriskianalyysi teollisuudessa. Helsinki 1992.
130. Sytyke 18. Pihlaja, Kalevi (koordinaattori): Valkaistua sulfaattisellua valmistavan tehtaan jätevesien orgaanisen aineen hajoaminen ja ympäristövaikutukset. Helsinki 1993.
131. Lax, Hans-Göran; Koskenniemi, Esa; Sevola, Pertti & Bagge, Pauli: Tenojoen pohjaeläimistö ympäristön laadun kuvaajana. Helsinki 1993.
132. Sytyke 12. Kauppinen, Jyrki: Metsäteollisuuden hajuaineiden analytiikka ja seuranta. Helsinki 1993.
Sytyke 5. Välttilä, Olli: Biolietteen poltto.
133. Sytyke 10A. Lehtinen, K-J: Ecological impact of pulp mill effluents. Helsinki 1993.
134. Hirvi, Juha-Pekka (toim.): Operatiivinen ajelehtimis- ja kulkeutumismalli merialueille.
135. Nystén, Taina: Kärkölän likaantuneen pohjavesialueen geologia ja matemaattinen mallintaminen. Helsinki 1993.
136. Vesihuoltolaitokset 1991. Helsinki 1993.
137. Ullvén, Johanna: Simpukoiden soveltuvuudesta kloorifenolien tutkimiseen murtovedessä. Helsinki 1993.
138. Peura, Pekka: Happamoituminen Merenkurkun pienissä järvissä.
Peura, Pekka: Försurning av småsjöarna i Norra Kvarken. Helsinki 1993
139. Huttunen, Leena & Soveri, Jouko: Luonnontilaisen roudan alueellinen ja ajallinen vaihtelu Suomessa. Helsinki 1993.
140. Kaatra, Kai & Marttunen, Mika (toim.): Oulujoen vesistön säännöstelyjen kehittämisselvitykset. Helsinki 1993.
141. Suomela, Tapani: Tuusulan kunnan Hyrylän pohjavesialueen suojelusuunnitelma. Helsinki 1993.
142. Kauppi, Lea (toim.): Itäisen Suomenlahden lintukuolemat keväällä 1992. Helsinki 1993.
143. Lahti, Kirsti; Lepistö, Liisa; Niemi, Jorma & Färdig, Michael: Eri vesilaitosten tehokkuus levien ja erityisesti syanobakteerien poistossa. Helsinki 1993.
144. Koskimies, Pertti: Population sizes and recent trends of breeding birds in the nordic countries. Helsinki 1993.
145. Alasaarela, Erkki; Hellsten, Seppo; Keränen, Reijo; Kurttila, Terttu & Riihimäki, Juha: Säännöstelyjen järvien rantojen kunnostuksen ja hoidon periaatteet - esimerkkinä Oulujoen vesistö. Helsinki 1993.
146. Korkka-Niemi, Kirsti; Sipilä, Annika; Hatva, Tuomo; Hiisvirta, Leena; Lahti, Kirsti & Alftan, Georg: Valtakunnallinen kaivovesitutkimus. Helsinki 1993.
147. Ruonala, Seppo (toim.): SYTYKE-ohjelman projektien yhteenvedot. Helsinki 1993.
148. Ruonala, Seppo (red.): Sammandrag av projekten i programmet SYTYKE. Helsinki 1993.
149. Ruonala, Seppo (ed.): Summaries of SYTYKE-projects. Helsinki 1993.

150. Niinioja, Riitta: Lietelannan levitys ja ravinteiden huuhtoutuminen. Helsinki 1993.
151. Hynninen, Pekka (toim.): Pyhäjoen vesiensuojelun yleissuunnitelma. Helsinki 1993.
152. Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri: Pohjois-Karjalan vedet ja ympäristö 1990-luvulla. Helsinki 1993.
153. Rathmayer, Hans & Juvankoski, Markku: Tiivistemattoina käytettävät geomembraanit - toiminta-vaatimukset ja materiaalinvalintakriteerit. Helsinki 1993.
154. Vertanen, Suvi: Elinkaarianalyysi ja pakkaukset. Helsinki 1993.
155. Ahtela, Irmeli: Porvoon edustan merialueen tila vuosina 1985 - 1991. Helsinki 1993.
156. Mroueh, Ulla-Maija: Orgaanisten liuotteiden käyttö Suomessa. Helsinki 1993.
157. Hudd, Richard; Leskelä, Ari & Kjellman, Jakob: Kyrönjoen alaosan kalatalousselvitykset vuosina 1980 - 1990. Helsinki 1993.
158. Hottola, Petri : Lintuvesiohjelma puntarissa - Linnustoselvitys Pohjois- Karjalan lintujärvillä. Helsinki 1993.
159. Luther, Annika: Muurahaiset ympäristön seurannassa. Kirjallisuusselvitys. Helsinki 1993.
160. Haatainen, Susanna; Hammar, Taina; Huovila, Juhani; Lahti, Erkki; Oksman, Heikki; Punju, Pirjo & Taipainen, Irmeli: Hyalotheca dissiliens -koristelevän runsastumisen syistä Rautalammin reitillä. Helsinki 1993.
161. Turun vesi- ja ympäristöpiiri: Kiskonjoen luonnontaloudellinen kehittämissuunnitelma. Helsinki 1993.
162. Porvari, Petri; Verta, Matti: Elohopea ympäristössä ja tekoaltaissa - kirjallisuuskatsaus ja arvio Vuotoksen tekoaltaan hauen elohopeapitoisuuden kehittymisestä. Helsinki 1993.
163. Grönroos, Juha: Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentäminen. Vähentämismenetelmien arviointitutkimus. Helsinki 1993.
164. Heikkinen, Onni (toim.): Oulujärven vesiensuojelun yleissuunnitelma. Helsinki 1993.
165. Reuna, Marja, Perälä, Jaakko ja Aitamurto, Seppo: Lumen aluevesiarvoja Suomessa vuosina 1946 - 1993. Helsinki 1993.
166. Madekivi, Olli: Alusten aiheuttamien aaltojen ja virtausten ympäristövaikutukset. Helsinki 1993.
167. Shuibo, Pan (ed.) & Loukola, Erkki (ed.): Chinese-Finnish cooperative research work on dam break hydrodynamics. Helsinki 1993.
168. Vesihuoltolaitokset 1992. Helsinki 1993.
169. Virkanen, Juhani; Heikkilä, Raimo; Lindholm, Tapio: Kerrossammalten (*Hylocomium splendens*) raskasmetallipitoisuudet Kuhmossa 1989. Helsinki 1994.
170. Vuori, Kari-Matti: Hydropsychidae-heimon vesiperhostoukat ympäristökuormituksen mittareina virtaavissa vesissä. Helsinki 1993.
171. Keränen, Saara & Kokko Aira: Pesosjärven yhdennetyn seurannan alueen kasvillisuus vuosina 1989 ja 1990. Helsinki 1993.
172. Kärkkäinen, Sirpa: Kolin alueen lehdot. Helsinki 1994.
173. Marttunen, Mika & Hiedanpää, Juha: Etutahojen suhtautuminen Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen tulvasuojeluun. Helsinki 1994.
174. Krogerus, Kirsti & Bilaletdin, Ämer: Kyrösjärven, Parkanonjärven ja Jämijärven vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1994.
175. Rutanen, Ilpo: Etelä-Suomen vanhojen metsien kovakuoriaiset I. Helsinki 1994.
176. Rönkkömäki, Mauno: Hydrologisten mallien käyttö turvetuotantoalueiden vesiensuojelutekniikan kehittämisessä. Helsinki 1994.
177. Lindholm, Tapio & Airaksinen, Outi (toim.): Talaskankaan metsä- ja suoalueen luonnonsuojeluinventoinnit. Helsinki 1994.
178. Dahlbo, Helena: Kiinteän yhdyskuntajätteen metallivirrat – tutkimuksen kokeellinen osa ja yhteen-veto. Helsinki 1994.
179. Sandman, Olavi; Kauppi, Lea & Tossavainen, Tarmo: Metsäojitusten ja -lannoitusten aiheuttamien ravinnehuuhtoutumien pidättymisen järvikerrostumiin.
Sandman, Olavi; Turkia, Jaana & Huttunen, Pertti: Metsätalouden pitkäaikaiset vaikutukset suurissa järvissä, Kuhmon Änättijärven ja Lentuan sedimenttitutkimus. Helsinki 1994.
180. Lapin vesi- ja ympäristöpiiri: Lapin vesistöt ja ympäristö 1990-luvulla. Lapin vesien käytön, hoidon ja suojelun kehittämissuunnitelma. Helsinki 1994.
181. Malve, Olli; Ekholm, Petri; Kirkkala, Teija; Huttula, Timo & Krogerus, Kirsti: Säkylän Pyhäjärven virtaukset, ravinnekuormitus ja rehevyystaso. Helsinki 1994.

182. Kaila-Kangas, Leena; Kangas, Risto & Piirainen, Helena: Ympäristöasennebarometri. Helsinki 1994.
183. Vertanen, Päiviö & Viitasaari, Sauli: Nahanvalmistuksen jätehuolto ja jätevesien käsittely. Helsinki 1994.
184. Repo, Maire & Hämäläinen, Maria-Leena (toim.): Teollisuuden vesitilasto 1992. Helsinki 1994.
185. Valovirta, Ilmari & Heino, Mikko: Maanilviäiset ympäristön tilan seurannassa. Helsinki 1994.
186. Jämsen, Minna: Tekojärvien ja padottujen jokisuvantojen vaikutus Kalajoen veden laatuun. Helsinki 1994.
187. Kemikaaliohjelmatyöryhmä: Kemikaalien aiheuttamien ympäristöriskien hallinta. Vesi- ja ympäristöhallituksen toimintaohjelma. Helsinki 1994.
188. Mononen, Paula & Lozovik, Peter (toim.): Acidification of inland waters. Helsinki 1994.
189. Verta, Matti (toim.): Happikemikaalien käyttöön perustuvan massanvalkaisun ympäristövaikutuksia. Helsinki 1994.
190. Manninen, Pertti; Kivinen, Jarmo & Julkunen, Markku: Hyalotheca dissiliens -koristelevän aiheuttama pyydysten limoittuminen ja levän esiintyminen Mikkelin läänissä. Helsinki 1994.
191. Sulkakoski, Mikko: Humukseen sitoutuneen raudan poisto pohjavedestä biosuodatuksella. Helsinki 1994.
192. Vesihuoltolaitokset 1993. Helsinki 1994.
193. Heikkinen, Kaisa; Ihme, Raimo & Lakso, Esko: Ravinteiden, orgaanisten aineiden ja raudan pidättymiseen johtavat prosessit pintavalutuskentällä. Helsinki 1994.
194. Kullberg, Jaakko: Päiväperhosten käyttö ympäristön seurannassa. Helsinki 1994.
195. Reuna, Marja & Aitamurto, Seppo: Sadannan aluearvoja ja aluearvojen toistuvuuksia Suomessa vuosina 1911–1993. Helsinki 1994.
196. Rutanen, Ilpo: Metsäpalon vaikutuksesta kovakuoriaislajistoon Patvinsuon kansallispuistossa. Helsinki 1994.
197. Korhonen, Iris: Luonnon monimuotoisuus, in-situ -suojelu ja kansainvälinen oikeus – Alue-suojelun kansainväliset ulottuvuudet. Helsinki 1994.
198. Puustinen, Markku; Merilä, Eero; Palko, Jukka & Seuna, Pertti: Kuivatustila, viljelykäytäntö ja vesistökuormitukseen vaikuttavat ominaisuudet Suomen pelloilla. Helsinki 1994.
199. Merilä, Eero: Suomen peltojen peruskuivatuksen tila ja tarve. Helsinki 1995.
200. Perkkiö, Simo; Huttula, Erkki & Nenonen Marjaleena: Simojoen vesistön vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki 1995.
201. Marttunen, Mika & Kaatra, Kai (toim.): Kokemäenjoen keskiosan ja Loimijoen alaosan tulvasuojelun vaikutusten arviointi. Helsinki 1995.
202. Joensuu, Elina & Laihonon, Pasi: Ilman laadun seuranta Turun ja Porin läänissä. Helsinki 1995.
203. Reuna, Marja & Aitamurto, Seppo: Tilastotietoja vedenkorkeuden vaihteluista Suomessa. Helsinki 1995.
204. Iivonen, Pasi & Kenttämies, Kaarle: Happamoituneiden vesistöjen kalkitus Suomessa. Helsinki 1995.
205. Ekholm, Petri; Posch Maximilian & Rekolainen, Seppo: Accuracy and precision of annual nutrient load estimates from Nordic rivers. Helsinki 1995.
206. Nakari, Tarja: Kalojen sisäisten biologisten rytmien ja vuodenajan merkitys toksisuus-tutkimuksissa. Helsinki 1995.
207. Heikkilä, Hanna: Finnish-Karelian symposium on mire conservation and classification. Helsinki 1995.
208. Puustinen, Jukka; Jørgensen, Kirsten, S; Strandberg, Tapio & Suortti, Anna-Mari: Bioremediation of oil contaminated soil from service stations. Helsinki 1995.

Jätehuollossa keräyksen ja kuljetuksen hyvä suunnittelu ja kustannusten optimointi tuottavat huomattavia hyötyjä. Laadullisesti hyvin toteutettu keräys ja kuljetus motivoi jätteentuottajia tekemään oman osuutensa mahdollisimman hyvin. Alan yrittäjille keräyksen ja kuljetuksen laatu on yhä tärkeämpi kilpailutekijä. Keräys- ja kuljetuskustannusten minimointi pienentää myös jätehuollon kokonaiskustannuksia, joita uudet käsittely- ja loppusijoitusvaatimukset pyrkivät nostamaan.

Tässä tutkimusraportissa esitetään keräyksen ja kuljetuksen suunnittelussa ja kustannustarkastelussa tarvittavat tekijät ja menettelyt. Raportin laskenta- ja vertailutarkastelut toimivat työesimerkkinä ja antavat samalla ajankohtaista tietoa päätöksentekijöille. Raportti sopii myös opintoaineistoksi.

Tutkimusraportti on tarkoitettu jätehuollon suunnittelijoille ja päättäjille, astia- ja laitevalmistajille, keräys- ja kuljetusalan yrittäjille ja jätehuollon opettajille. Myös muut jätehuollosta kiinnostuneet saavat raportista ajankohtaista tietoa.